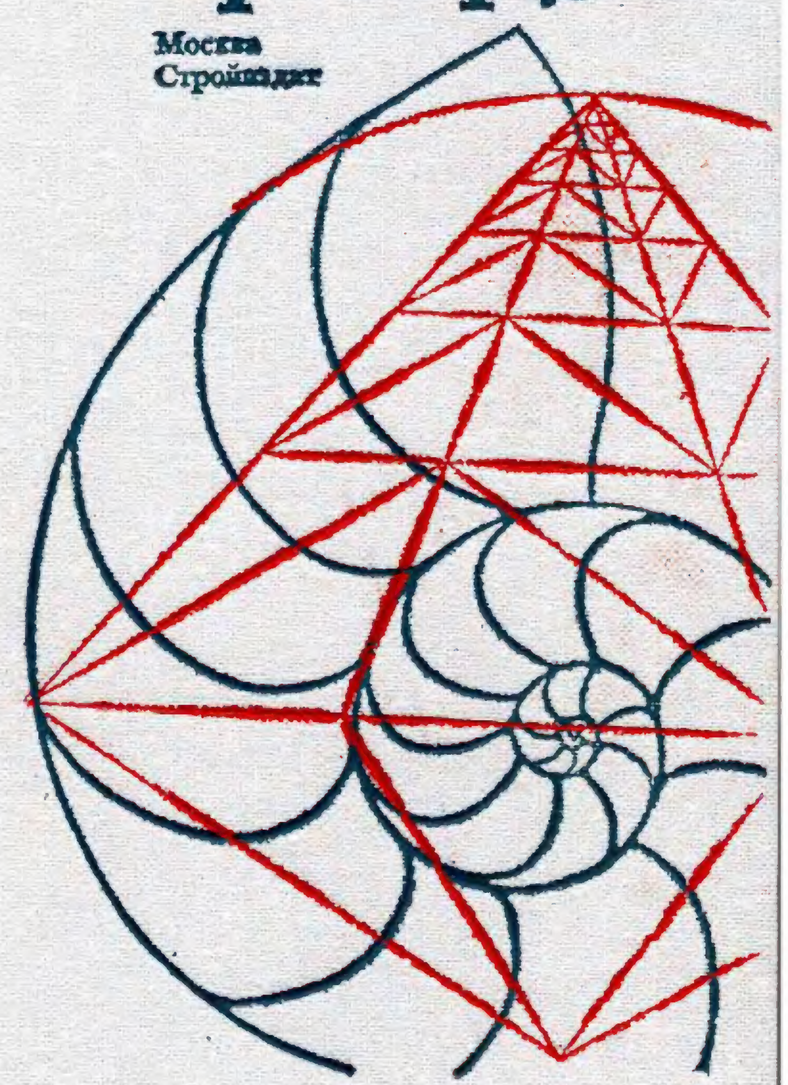
И.Ш.Шевелев

Принцип пропорции

Москва
Стройиздат





И.Ш.Шевелев

Принцип пропорции

О формообразовании в природе,
мерной трости древнего зодчего,
архитектурном образе,
двойном квадрате
и взаимопроникающих
подобиях

Москва
Стройиздат

УДК 72.013

Шевелев И. Ш. Принцип пропорции: О формообразовании в природе, мерной трости древнего зодчего, архитектурном образе, двойном квадрате и взаимопроникающих подобиях. — М.: Стройиздат, 1986. — 200 с., ил.

Рассказывается о феномене пропорций в природе и архитектуре. Пропорции в архитектуре рассматриваются в связи с образным строем сооружений, зрительным восприятием и инструментом построения формы. Показаны технические приемы гармонизации, их эффективность и практическая ценность.

Для архитекторов и искусствоведов.

Табл. 4, ил., список лит.: 70 назв.

Печатается по решению секции литературы по градостроительству и архитектуре редакционного совета Стройиздата.

Р е ц е н з е н т ы – архит. **С.С. Карпов**, канд. философских наук **В.Л. Глазычев.**

Иосиф Шефтелевич Шевелев

ПРИНЦИП ПРОПОРЦИИ

Редакция литературы по градостроительству и архитектуре

Зав. редакцией Т.Н. Ф е д о р о в а
Редактор Т.А. Г а т о в а
Художественный редактор В.П. С ы с о е в
Макет и оформление В.П. Г р у з д е в а
Технический редактор Е.Л. Т е м к и н а
Корректоры А.В. Ф е д и н а, Н.С. С а ф р о н о в а

ИБ № 2967

Подписано в печать 29.01.86. Т—08255. Формат 60×90 1/16 д.л. Набор машинописный. Печать офсетная. Бумага офсетная. Печ. л. 12,5. Усл. кр.-отт. 25,88. Уч.-изд. л. 16,14. Тираж 15 000 экз. Изд. № А1Х-9159. Заказ 2954. Цена 1 р. 60 к.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а

Московская типография № 5 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
129243, Москва, Мало-Московская, 21

Ш $\frac{4902010000 - 578}{047(01) - 86}$ КБ–15–67–1984

ПРИНЦИП ПРОПОРЦИИ

Глава 1. Пропорция и симметрия в зрительном восприятии и искусстве



Пропорция и симметрия

1.1. Человеческий разум, поднимаясь по спирали познания, на каждом новом витке снова останавливается перед одною и той же проблемой – единством природы. Бесконечное изменение, вечное движение, данность энергии – вот то, что невозможно охватить сознанием, и потому нет на земле философской школы, которая не согласилась бы с тем, что познание неисчерпаемо.

Учение древних о божественной пропорции было учением о начале начал. Пропорцию, по-видимому, и назвали божественной потому, что под словом "бог" понимали начало начал, причину возникновения реального мира, исток природы, скрытый за пределом познания. Учение о пропорции история связывает с пифагорейцами, и тезис пифагорейцев – "вещи суть числа" наука отвергает, потому что ей не известны явления, не связанные с качественной стороной. Но этот тезис с точки зрения современного знания говорит о фундаментальном свойстве природы, ей объективно присущем: числа отображают сущность вещей; законы, выражаемые числами, подчиняют себе процессы, происходящие в природе. И чем глубже, с одной стороны, уходит наше знакомство с философскими представлениями древних и, с другой, – чем обширнее, детальнее, тоньше наше знание структур материального мира, тем больше поражает глубина, с которой античная мысль, не вооруженная методами современного лабораторного разъятия элементов природы, постигала мир в целом.

1.2. Древние представления о божественной пропорции трансформированы современной наукой в идею симметрии – фундаментальную идею, в которой ученые всех отраслей естествознания нашли ключ к единству природы. Эта идея основана на тех же отправных понятиях, что и συμμετρία античных греков: однородности, равенстве, одинаковости.

В математике, биологии, физике симметрией называют геометрические преобразования, сохраняющие неизменной структуру пространства. Это преобразования, которыми тела (фигуры) переводятся в конгруентные им с помощью зеркальных отображений, поворотов, переносов.

"Симметрия устанавливает забавное и удивительное родство между предметами, явлениями и теориями, внешне никак не связанными: земным магнетизмом, женской вуалью, поляризованным светом, естественным отбором, теорией групп, инвариантами и преобразованиями, рабочими привычками пчел в улье, строением пространства, рисунками ваз, квантовой физикой, скарабеями, лепестками цветов, интерференционной картиной рентгеновских лучей, делением клеток морских ежей, равновесными конфигурациями кристаллов, романскими соборами, снежинками, музыкой, теорией относительности" [58, с. 26].

1.3. Но симметрия, охватившая, казалось бы, весь круг явлений природы, опускает для нас самое существенное – явление изменения мерности, т.е. рост. Она рассматривает живые формы, но делает это так, словно они не живые, а неизменно стабильные. Она изучает равенство состояний, равенство расстояний и углов, в то время как пропорция выражает, напротив, равенство изменений.

Принцип пропорции, значение которого в творчестве глубоко и давно осознано, выходит за рамки симметрии – вопреки тому месту, которое отведено пропорции естественными науками XX в.: в геометрической структуре симметрии, которая обнимает все пространственные структуры, пропорция выступает в качестве симметрии подобий как один из возможных (наименее изученных и почти не имеющих практического выхода) случаев.

1.4. Проблема пропорции не однозначна. Для исследователя формы это прежде всего категория пространства – категория геометрии: пропорция – равномерное изменение мерности. В алгебре ее выражает отношение чисел, в геометрии – геометрическое подобие. В теории групп геометрическое подобие занимает в иерархии понятий особое место: здесь симметрия является подгруппой группы подобий. И это строго математическое определение взаимоотношения подобия и симметрии отвечает действительной связи пропорции и симметрии в явлениях физической реальности.

Что означают пропорция и симметрия? В чем важнейшее для нас различие двух этих понятий?

Пропорция есть понятие равного, одинакового, однородного изменения. Симметрия есть понятие равного, одинакового, однородного строения, т.е. сохранения.

1.5. Если строго следовать диалектической логике, можно было бы, определяя иерархию понятий симметрии и пропорции, придерживаться позиции чистой математики – позиции теории групп. Ибо пропорция как принцип равного изменения является наиболее общим и обнимающим все виды и роды принципом организации пространственных структур. Потому что видеть в *изменении* частный случай *сохранения* нельзя. Изменение есть априорная данность, движение, и одной этой посылки достаточно, чтобы строить на ней научные представления, в которых находится место и для сохранения либо как для особого случая изменения, либо как равнозначной данности мира диалектических противоположностей. Если же, объясняя реальный мир, мы принимаем за основу понятие сохранения, этой исходной посылки оказывается недостаточно для понимания гносеологии пространственных структур бытия, представленных в природе многообразными формами. Потребуется допустить, что в какой-то момент времени данность

симметрии была нарушена и тогда началось сотворение мира. Ибо "всякое явление, – говорит Поль Кюри, – нарушение симметрии".

Если, следуя диалектике, мы принимаем за данность движение, равенство изменения, то всякая организованная структура предстает как результат непрерывности изменений, а появление устойчивых структур бытия обусловлено изменяемостью, движением, в то время как длительность бытия определяется в известной мере сложностью организации и степенью симметрии.

1.6. Чтобы могли возникнуть упорядоченные, организованные структуры, в самой изменчивости уже должен быть зародыш порядка, принцип, который мог бы привести к устойчивым состояниям. И древние философы говорят нам, что этот принцип – пропорция.

Самый простой и ясный порядок, который можно приписать изменению, – это равенство, одинаковость, однородность. Из упорядоченного равного изменения, т.е. пропорции, возникает равное состояние, симметрия или гармония. Симметрия, следовательно, не мать порядка, а дочь порядка.

Моделируя бытие с такой позиции, за основу всех простроений достаточно принять одну данность – понятие равенства и однородности изменений – принцип пропорции. Законы природы определены этим началом. Так думали о пропорции древние, и эта мысль неисчерпаемо глубока. Пропорция выражает и характеризует любую закономерность природы. Физические законы посредством отношений, т.е. пропорции, группируют явления, в которых действуют равные изменения сил, расстояний, времени. Равномерные изменения определяют собою гармонические состояния. (Катастрофы же – это точки пересечения различных гармонических состояний.)

1.7. Понятие пропорции сконцентрировало в себе диалектику противоположностей. Пропорция – это равное изменение, иначе – сохранение изменения. Соотношением этих начал – изменения и сохранения определяется всякое бытие. По свидетельству Аристотеля, пифагорейское учение о гармонии гласило: "Бог – это единство, а мир – множество и состоит из противоположностей. То, что приводит противоположности к единству и создает все в космосе, есть гармония. Гармония является божественной и заключается в числовых отношениях".

1.8. Чтобы видеть, находит ли сказанное здесь о пропорции подтверждение практическое, поставим себе задачу по-новому подойти к феномену формы в природе, попробовать видеть в ней не статику (симметрию), а результат движения и развития. Изучая размерную структуру живых объектов, мы будем видеть в этой структуре результат развития из точки начала. Форма будет для нас граничной поверхностью экспансии из точки начала. При этом нас будут интересовать не только вертикальные и горизонтальные измерения, традиционно связанные с представлением о пропорциях в искусстве, а все направления роста, прослеженные из точки начала. Однородность пространства, одинаковость действия энергии во всех направлениях и равенство изменений – вот те исходные посылки, которые должны обусловить элементарное явление роста. Наша задача – описать это явление на языке геометрии. Полученный результат мы назовем элементарными формами.

Этот новый подход позволяет объединить проблему симметрии с проблемой пропорций в проблему формы. Рассмотренная в таком свете форма становится понятием более емким, чем поверхность объекта. В равенстве изменений проявляются фундаментальные законы природы, устанавливающие пропорциональную связь энергий и расстояний.

О формообразовании в природе и искусстве

1.9. Законы природы – область точных наук. Единство начала связало все явления в цепь причинно-следственных связей. Поэтому явления природы детерминированы, т.е. в принципе предсказуемы, и могут описываться математически. Что касается творчества, то его считают непредсказуемым: творческие процессы неопределенны.

"Поэт, – говорит один из видных западных теоретиков эстетики М. Бензе, – сочиняя стихотворение, может только по окончании работы определить, насколько оно получилось хорошим или плохим. Живописцу в начале работы еще неизвестно, где он нанесет последний мазок и каким он будет. Таким образом, природные процессы можно в принципе предсказывать, т.е. предвидеть, в то время как художественные процессы в принципе непредсказуемы" [5, с. 200].

Да, процесс творчества нельзя предсказать с точностью, но принципиальное противопоставление неказуального характера творчества казуальному характеру явлений природы сделано в рассмотренном примере достаточно произвольно.

1.10. Биологические процессы – процессы природы. Это позволяет, развивая мысль М. Бензе, представить себе природу тоже художником, стоящим перед чистым холстом. Сделав это, мы убедимся, что принципиальная разница исчезла. Все дело в масштабе времени.

Чистый холст можно покрыть красками и завершить работу за год, за месяц, за два часа. Природа превращает π-мезон в μ-мезон и нейтрино за 0,000000001 секунды, но заполняет чистый холст формами жизни миллионы и миллиарды лет.

Художник перед чистым холстом не знает, как завершит он работу, но последний мазок наносит с такой же определенностью, как превращение π-мезона: готовая картина отчетливо говорит мастеру, как ее завершить.

Лев Толстой вслед за "Казаками" пишет "Войну и мир", Диего Ривера создает "Ночь бедняков" и "Сбор сахарного тростника", а одержимый страстью к писательству графоман с тем же, что и Лев Толстой, постоянством воспроизводит в своих писаниях сам себя – как дрозофила дрозофилу. Что же касается удачи и неудачи, то и в потомстве дрозофилы появляются разные особи.

1.11. В принципе детерминированность явлений природы и творчества одинаковы. Пять миллиардов лет назад, когда остывала земная кора, холст, на который природе предстояло нанести формы жизни, был чист. Н. Опарин описывает, как "море превратилось в своего рода жидкий бульон, в котором органические молекулы сталкивались, вступали в реакцию друг с другом и соединялись, образуя все более сложные молекулы . . . С того момента, как эти молекулы соединялись, образуя коллоидные агрегаты, эти агрегаты начали конкурировать за сырье. Некоторые из них, обладавшие какими-то особо благоприятными чертами строения, приобретали новые молекулы быстрее и в конце концов оказались преобладающими. Образовалось несколько молекул белка, которые приобрели способность катализировать реакции . . . затем они приобрели способность катализировать синтез себе подобных". Так, по Н. Опарину, на палитре моря замешивались первые краски грядущей картины. Можно ли было в то время однозначно предсказать грядущие формы

жизни? Кто решится сказать, что путь от морского бульона к археоптериксу, снежному барсу, носорогу или человеку более предсказуем в принципе, чем формы, возникающие в творчестве человека?!

1.12. Человек обладает сознанием и наделен памятью не только личной, но и памятью глубоко скрытой и связывающей его со всей предысторией. Каждое сущее в этом мире "Я" есть граничная точка в бесчисленных разветвлениях дерева жизни, связанная неразрывной нитью с самым ее началом. В каждом "Я" живет не только отраженный сознанием внешний мир, но и, казалось бы, канувшие в небытие временные пласты. Мы не знаем, как далеко уходят в прошлое живые связи сознания, за какими пределами времени не остается следов прошлого. История каждого "Я" неповторима, неповторим генетический вклад в каждую личность, неповторима и судьба каждого человека как комплекс внутренних процессов и превращений и как комплекс охваченных восприятием образов внешнего мира. Все это выражено в конечном счете психическим складом и спецификой восприятия. Человек, действительно, — космос, несущий в себе не только настоящее: каждое его переживание включает в себя и пласт истории — время.

1.13. Личность художника — его одаренность, интуиция, его видение мира и мастерство — обусловлена и опытом личной жизни и вкладом предистории — наследственностью. Так прошлое (далекое и близкое) незримо присутствует в настоящем. Оно участвует в сиюминутном контакте художника с объектом творчества наравне с совпадающим с творческим актом во времени внешними обстоятельствами. Именно неизвестностью огромного комплекса влияний прошлого на творческий акт, нестабильностью физиологических и психологических состояний в настоящем обусловлена практическая (но не принципиальная) непредсказуемость поступков и действий человека в одних и тех же условиях. Достаточно ясно, что, если б нам было дано охватить весь действительный комплекс причин, взаимосвязей и следствий, пробужденный объектом творчества, мы получили бы вполне детерминированную картину и предсказали бы конечный результат не хуже, чем синоптики предсказывают погоду.

Таким образом, считать природу детерминированной, но делать исключение для человека, для творческого процесса — значит, допускать произвол. Человек принадлежит природе. Он — ее часть. Его творчество в области формообразования в такой же степени доступно исследованию методами точных наук (в принципе), что и формообразование в природе, и глубинные законы этих процессов должны где-то сомкнуться.

1.14. Принципиально глубокие различия между формообразованием в природе и в искусстве действительно существуют, и этот вопрос заслуживает внимания.

Формообразование в природе — это явление роста, в котором форму можно определить как граничную поверхность области пространства, захваченного объектом природы в процессе его становления.

Природа занята во все времена именно этим: она создает объекты бытия буквально из точки, и нет ничего более обыденного, повседневного и вместе с тем загадочно непостижимого, чем возникновение формы. Пространство, только что бывшее ничем, становится цветком, листом, деревом, совершенным живым существом, и только будничность этого чуда позволяет ему оставаться в тени, не потрясая нас снова и снова.

1.15. Плоть объекта природы (его вещество) и его форма возникают одновременно, нерасчлененно. Осуществляемая изнутри, из точки начала, экспансия пространства — процесс биохимических превращений аккумулированной энергии, который адекватно отражен формой объекта. То, что можно назвать в природе гармонией, — это органичная целостность нерасчлененного акта природы, в котором содержание и форма слиты в одно. И даже в тех случаях, когда процесс формообразования в природе обусловлен, казалось бы, внешними причинами, форма сохраняет свое гармоническое совершенство.

В причудливых, хаотичных нагромождениях облаков царит гармония; за их движениями можно следить часами. Как тихие всплески реки, как неяркое пламя ночного костра, они порождают в человеке особое чувство слияния с природой. Облака прекрасны, потому что в них — равнодействие воздушных течений, электростатических связей. Рисунок их — интеграл состояния природы и символ всеохватывающей связи всего со всем. И рваные тучи, несомые ветром, и ураган, сметающий все на пути, — только области пересечения в пространстве разных гармоний.

1.16. Творчество носит другой характер. В отличие от природы человек создает пространственную форму не изнутри объекта, находясь в нем самом и будучи им, а извне. Акт творения не одновременен: материал, из которого складывается объект искусства или дизайна, его вещество не возникает, как это имеет место в природе, в творческом акте. Здесь органическая данность единства содержания и формы отсутствует. Гармония, принадлежность вещи искусству определяется тем, в какой мере создается иллюзия, будто форма родилась изнутри, возникла из собственного начала. Поэтому-то совершенство достигается тогда, когда понят материал. Резчик искусно направляет ход резца, подчиняя его форме резца и структуре дерева; стеклодув использует вес расплавленной массы стекла, плавность дыхания и центробежные силы. Способность к художественному творчеству есть способность отождествить форму с приписываемым ей содержанием, с действием сил, которые мы хотели бы в форме отобразить. Воплощение чувств в музыке, истин — в литературе, ассоциативного образа и материала — в архитектуре в форму, им адекватную, — событие уникальное. "Изредка, — пишет в своем завещании Лев Толстой, — высшая истина проходила через меня, и мой дух придавал ей форму, и это были счастливейшие минуты моей жизни".

1.17. Итак, мы пришли к мысли, что в принципе метод точных наук к искусству приложим. Однако из сказанного еще не следует, что существуют объективные критерии красоты, что пропорция — эстетическая категория и красоте соответствует какой-то особый вид размерно-пространственной структуры, доступный математическому определению.

Конечно, проблема пропорций как проблема историческая никем не может быть оспорена: слишком очевидно и доказательно, что человек всегда придавал проблеме пропорций большое значение. Литературные и философские источники содержат много свидетельств о том, что форма определялась с учетом соотношения размеров постройки между собой, что именно в пропорции мастера видели ключ к целостности и гармонии.

1.18. Но нетрудно увидеть, что и в действительности качество вещи, ее

свойства всегда определяются в равной мере как составом частей, так и количественным соотношением. Нарушьте соотношение песка, цемента, извести и воды — и строительный раствор потеряет вяжущую способность, станет бесполезен; измените соотношение компонентов в приготовляемой пище — и самое изысканное по составу блюдо станет отравой. И то же самое происходит в зрительном восприятии.

Субъективизм прямо отрицает в искусстве существование объективных критериев эстетического. Да и не только субъективизм. Один из исследователей пропорциональности, человек остроумный и любитель парадоксов, Г. Борисовский, на которого показанный мной метод построения Парфенона произвел сильное впечатление, но который тем не менее не хотел отказаться от собственных взглядов, воскликнул: "Ну, в таком случае Парфенон прекрасен несмотря на то, что размеры его рассчитаны".

Такая позиция не единична и не лишена глубины: расчет, как все мы хорошо знаем, красоты не создает.

1.19. Расчет сам по себе красоты не создает. Именно это и имел в виду автор "Моцарта и Сальери". Но те, кто любит знаменитое "Музыку я разъял как труп. Поверил я алгеброй гармонию", забывают, что Пушкину принадлежат и слова: "Истинный вкус состоит не в безотчетном отвержении такого-то слова или оборота, а в чувстве соразмерности и сообразности". Здесь нет противоречия. Пушкин отчетливо сознает власть соразмерности в эстетике. Он прямо заявляет, что гармония достигается не чисто интуитивно, не безотчетно. Удивило ли бы Пушкина то, что соразмерность частей постройки определяется мерами, что она — дело расчета?

Мы знаем прямые свидетельства мастеров-каменщиков о построении фиалов готических соборов, трактаты о пропорциях, написанные зодчими и в I, и в XII в., нам известны орудия расчета соразмерностей: пропорциональные циркули античности и геометрически сопряженные меры средневековья. Так где же истина?

Достаточно ли для достижения подлинного единства частей внутри целого интуиции художника или она нуждается в надежной опоре — методе установления размерной структуры? Нашел ли в прошлом человеческий разум какие-то фундаментальные идеи, послужившие прочной основой этого рода деятельности, и придумал ли приспособления для осуществления этой идеи — вот главный вопрос, который нам предстоит рассмотреть. Цель этой работы не только в том, чтобы определить наиболее существенные вехи в истории пропорций, но и в том, чтобы прочитать смысл, который стоит за историческими канонами и правилами и чтобы оценить сами эти идеи в свете современного научного знания.

Геометрическое подобие и зрительное восприятие

1.20. Наши представления о реальности мира обусловлены тем, какими сенсорными механизмами восприятия располагает сознание. Для нас внешний мир и мы сами есть единство пространства, материи и движения потому, что мы располагаем осязанием, слухом, зрением. Мы представляем себе, что осязание, зрение, слух возникали, в свою очередь, потому, что объективно существуют пространство, материя, движение как объективные категории действительности, являющиеся причиной возникновения этих органов чувств. Но мы не знаем, как много остается за пределом нашего восприятия и знания.

Самым важным для нашей проблемы является то, что сознание человека есть отражение реального физического мира и что реальный физический мир, в свою очередь, отражается в сознании.

"Когда б не солнечным был глаз, не мог бы солнца он увидеть!"

Границы восприятия феноменального мира раздвинуты в сознании далеко за пределы утилитарной необходимости. Психическая деятельность не ограничивается функциями борьбы за существование и продолжение рода. В человеческом разуме природа решила задачу, которую сама себе, быть может, не ставила, создав нечто познающее самое себя. Можно ли ответить на вопрос, в чем причина этой творческой познающей силы?

1.21. Мы ранее установили, что общим принципом природы является принцип сохраняемого, равного изменения — принцип пропорции (см. 1.5). В геометрии при описании пространственных форм этот принцип выражает геометрическое подобие (см. 1.4.). Если же при этом принцип геометрического подобия использован зрением как орудие познания внешнего мира и причастен к структуре мышления, очевидно, что всеобщий господствующий в природе принцип отображен в сознании — инструменте, раскручивающем объективную реальность в обратном порядке. Овладев божественным методом, сделав его своим орудием, сконструированное природой живое существо получило возможность познать природу именно в тех пределах, в которых проявляется этот метод в самой природе. Границы его возможностей строго определены. Ему недоступно, и принадлежит априорной данности все, что касается возникновения этого принципа, все, что по ту его сторону.

1.22. Для сохранения жизни требуется опережающая информация о событиях внешнего мира. Сознание должно располагать структурным образом пространства внешнего мира, зеркально и в короткие сроки отображающим все происходящие в нем перемены, чтобы возникла нужная поведенческая реакция. Этой цели и служат осязание, обоняние, слух, зрение. Дальнодействие, т.е. опережающая способность этих органов чувств, различно, и потому они выполняют свои специфические задачи.

Летучая мышь имеет орган слуха, читающий образы внешнего мира по колебаниям отраженного ультразвука, который мышь посылает в пространство. "Она имеет в полном смысле слова картину, составленную из пустот, откуда мышь не получила отражения, и разнообразных модуляций исходного ультразвукового сигнала, в зависимости от того предмета, от которого отражалась посылка". Этого отраженного ультразвука достаточно, чтобы избегать на лету препятствия, различать и ловить съедобных бабочек, знать о приближающейся опасности [3, с. 15–18].

1.23. В сознании человека пространственный образ внешнего мира отображается зрением. Слух человека, освобожденный работою зрения от решения множества первостепенных задач, получил особое предназначение. Он стал инструментом общения сознаний и чувств. Мир звуков — мир настроений. Звук способен выразить все состояния человека, а слух — воспринять спокойствие, благодушие, гнев, страх, угрозу, боль, ярость и радость; наконец, слух декодирует смысловую речь. Чувственный мир кодируется звуковыми структурами, и строятся эти структуры на сопоставлениях, на относительных характеристиках. Точно так же, на соразмерностях, организовано восприятие семантики зрительных образов зрением.

1. Древнейшие предметы материальной культуры свидетельствуют, что сознание доисторического человека фиксировало геометрическое подобие, симметрию, ритм, подчиняя им формы предметов. Каменный топор, наконечник копья и зубчатая пластинка. 1 500 000 лет до н. э.



1.24. Сознание — зеркало мироздания, а в результатах труда отображено сознание человека. Возникает двойная инверсия, двойное зеркальное отображение. Человек, природой воспроизведенный, воспроизводит природу. Поэтому, наблюдая продукты человеческого труда, можно постигнуть свойства сознания и те стороны объективной реальности, которыми сознание сформировано.

Искусство — проявление властной потребности в красоте и гармонии, присущей человеку изначально; человек и искусство возникают одновременно. Наскальные изображения первобытного человека уже достаточно совершенны: они поражают лаконизмом и выразительностью образных характеристик, предельностью обобщений; они убедительнейшим образом демонстрируют высокоразвитую способность разума абстрагировать геометрию от реальных форм и безотчетно использовать геометрически абстрагированный (по принципу подобия) образ при создании предметов. Распространенные в позднеледниковый период кремневые пластинки имеют вид ромбов, треугольников и трапеций, т.е. обнаруживают стремление придать форме правильную геометричность, основанную на равенстве отрезков и углов. Характерно: одни и те же фигурки воспроизводятся в разных размерах многократно, являя собой геометрическое подобие. Обломки камня, обработанные руками, получили одну и ту же абстрагированную сознанием форму; миндалевидная и треугольная формы кремневых наконечников копий и стрел переносятся впоследствии на наконечники металлические. Орнаменты, украшающие одежду, оружие, посуду, содержат элементы повторения и равенства и строятся по принципу геометрического подобия. Одни и те же рисунки выполняются маленькими и большими.

"Чувство симметрии и реальное стремление выразить его в быту и жизни существовало в человечестве с палеолита и даже эолита — миллионы лет тому назад", — писал В. Вернадский. С еще большим основанием это можно сказать о геометрическом подобии.

1.25. Каким образом, в силу каких причин зрительное восприятие связано с геометрией и геометрическим подобием? Почему в творчестве, в самом его зарождении отчетливо правит геометрическое абстрагирование, принцип подобия? Насколько существенна для способности логического мышления и восприятия оказалась эта способность? Ответ на эти вопросы прояснил бы, каким образом принцип пропорции — всеобщий принцип природы стал инструментом познания, т.е. качеством разума, лежащим в основе аналитических способностей.

1.26. Физическая причина зрения — свет. Различная частота волн — объективно присущее электромагнитным волновым колебаниям качество отобразилось в работе нейронных структур зрительного анализатора, классифицирующего волны по частоте (цветное зрение). Различная интенсивность светового потока отображена в нейронных структурах, осуществляющих измерение интенсивности света. Это черно-белое палочковое зрение и светотень со всеми ее градациями, от предельно ярких до черного — сигнал об интенсивности светого потока в сознании. Светотень — главное средство определения формы сознанием, она выявляет контуры, пластику и фактуру поверхности. Но зрение имеет не только физическую, но и биологическую причину возникновения. Это потребность в опережающей информации о событиях в пространстве внешнего мира. Биологическая праматерь зрения — вопросы "Что это?" и "Где это?" Это две специфические модели одной и той же сущности размерно-пространственных структур (РПС) внешнего мира, представленных как зрительный образ. "Где?" — это направление и расстояние. "Что?" — информация о свойствах объекта, существенно важных для воспринимающего субъекта. Причем подробное описание всех признаков видимой формы было бы здесь излишне — ответы на вопросы: "что?" и "где?" должны возникнуть как можно скорее. Восприятие обладает большим диапазоном глубины изучения формы: от сжатых и мгновенных характеристик по признакам, предельно экономным в передаче, до подробного развертывания образа во времени. Понятно, что признаки, по которым развертывается зрением сущность объекта, должны быть информативно существенны и давать сечение по всем объектам внешнего мира: они должны быть универсально приложимы ко всем зрительным образам.

Такими информационными признаками являются соразмерность, пропорция, контурная линия и цвет.

1.27. Энергетические взаимодействия в природе подчинены принципу наименьшей затраты энергии (принцип Гамильтона). Отсюда реальность прямой линии: взаимное притяжение тел происходит по кратчайшему между ними пути. Прямая линия (вертикаль) — реальность всемирного тяготения. По вертикали осуществляется взаимодействие всех земных объектов с Землей: вертикаль соединяет центр объекта и центр Земли. По вертикали осуществляется свободное падение тел, вертикально растут деревья и злаки. Вертикальная плоскость — плоскость зеркальной симметрии живых существ, и потому имеется специальный орган контроля за равновесием тела, т.е. соблюдением вертикального положения.

1.28. Вторая объективная реальность природы — реальность прямого угла. Электрические, магнитные и световые волны распространяются в направлении, перпендикулярном полю волны — плоскости действия силовых линий. Следствием физической реальности прямого угла и вертикали является реальность горизонтали. Это линия горизонта, поверхности водных пространств, строка в книге.

Три эти реалии физической природы — вертикаль, горизонталь и прямой угол положены человеком в основу древнейшей науки геометрии потому, что они были реальностью сознания, реальностью зрительного восприятия. Замечание П. Анохина о том, что "все живое с момента его зарождения включило силу тяжести в прогрессивное изменение структур и функций путем выработки огромного количества приспособлений", справедливо и в отношении механизмов работы мозга.

1.29. Прямые линии и прямые углы вошли в структуру зрительного восприятия многих живых существ, подчинив себе организацию

рецепторных полей зрительной сетчатки. Исследования механизмов зрения, предпринятые нейрофизиологами, показали специфическую, геометрически организованную структуру рецептивных полей. Установлено, что для зрения характерны нейроны, адекватным раздражителем которых служат прямая линия или фиксированные углы. На более высоких уровнях кодирования существуют сверхсложные поля, когда на один нейрон замкнуты одновременно вертикальное и горизонтальное направления.

Такая геометрическая упорядоченность зрительных полей возникла по необходимости. Зрение в принципе не способно кодировать размерно-пространственную структуру объекта (форму) иначе, как в относительных размерных характеристиках, по признаку геометрического подобия.

1.30. Приборы и приспособления, созданные человеком, измеряют параметры объективного мира – протяженность, массу, давление, температуру и т.п. в условных единицах меры, и время от времени эти единицы изменяются, чтобы приблизить эталоны к естественным постоянным. Между тем структуры мозга, занятые интеграцией образов внешнего мира, познают мир, не прибегая к абсолютным величинам, а только в относительных характеристиках: в них, и только в них, заключена информация о сущностях объектов внешнего мира, извлекаемая декодированием предъявленных зрению образов. Вот примеры, поясняющие сказанное.

На нижнем уровне восприятия рецептор сетчатки регистрирует яркость. Связанная с этим рецептором клетка коры регистрирует уже не абсолютные значения яркости, а световой контраст объекта и фона. Наименьшая различимая яркость пропорциональна величине светового контраста (закон Вебера-Фехнера).

То же относится к цвету. Колбочковые рецепторы отвечают на частоту волны, воспроизводя в клетках коры сигналы о цвете, но представление цвета различно для одного и того же объекта, рассматриваемого на разном цветовом фоне.

1.31. При кодировании размерно-пространственных признаков (формы) относительность зрительных оценок еще очевиднее. Объекты восприятия не имеют для зрения абсолютных размеров. Ладонь невелика в сравнении с Солнцем, но Солнце можно прикрыть ладонью, как пламя свечи. Размеры участка сетчатки глаза, на который хрусталик проецирует изображение, зависят от расстояния до предмета. Луна, биллиардный шар и Солнце, если видеть их как одинаковую угловую величину в условиях равного светового и цветового контраста, будут восприняты как нечто схожее, одинаковое по размерам и форме, несмотря на колоссальную разницу в величине. Представление об абсолютных размерах объектов внешнего мира для сознания любого живого существа между тем чрезвычайно важно: ими определяется пространственная значимость объекта восприятия в отношении к субъекту. Но извлекается оно хотя и с помощью зрения, но другими средствами: мы познаем размерность всего, что нас окружает, тактильно, соприкасаясь с ними непосредственно. Добытое таким образом знание ассоциируется со зрительными образами, и мы легко судим о размерах видимого, пользуясь ассоциациями памяти. В непосредственной близости (зона наибольшей опасности) здесь работает механизм конвергентности зрения (мышечная оценка расстояния до точки, в которой скрещиваются зрительные лучи правого и левого глаз). Но тем не менее, когда, проснувшись в поле, открываешь глаза и видишь стебель травы, в миг пробуждения не знаешь, что

это такое: телеграфный столб или травинка. Лишь осознав самого себя в пространстве, определив расстояние до травинки или увидев с нею рядом жучка, восстанавливаешь реальность размеров.

Убедиться, что одно и то же изображение на сетчатке отчетливо осознается разным (большим и малым), позволяет эффект Эмерта.

"Установите рис. 2 на расстоянии 40 см от глаз и смотрите на него в течение 35 сек. Затем переведите взгляд на серый квадрат и переместите рисунок на 80 см от себя или приблизьте его к себе на 20 см. Вы увидите, что, когда рисунок находится на расстоянии 80 см, последовательный образ букв становится очень большим, а на расстоянии 20 см – очень маленьким" [26, с. 101, 177]. Видит не глаз, а мозг. И тот же эффект, как при пробуждении в поле: роль жучка, установившего абсолютный размер образа в сознании, здесь сыграло вторично предъявленное изображение, контролируемое тактильным общением с листом книги и конвергентным механизмом зрения.

1.32. В относительных размерах стабильно выражена информация о сущности предъявленного образа. Реальные объекты имеют, как правило, преимущественные направления развития, и целое в них образуется из автономных частей. Мы безошибочно отличим ребенка и взрослого только по силуэту, хотя ребенок может быть ближе и проецируется на сетчатку вдвое большим. Образ декодируется по относительной размерно-пространственной структуре (ОРПС). Он определяется тем, каковы соотношения глубины, ширины и высоты целого и каждой его части между собой и целым и тем, как построена ОРПС каждой из автономных частей (членение головы на мозговой и лицевой отделы; руки – на плечо, предплечье и кисть; кисти – на пальцы

2. Зрение регистрирует не абсолютные, а относительные размеры. Эффект Эмерта убеждает нас в нестабильности оценки сознанием образа на сетчатке: последовательные образы одного и того же акта восприятия осознаются то большими, то маленькими (см. 1.31).



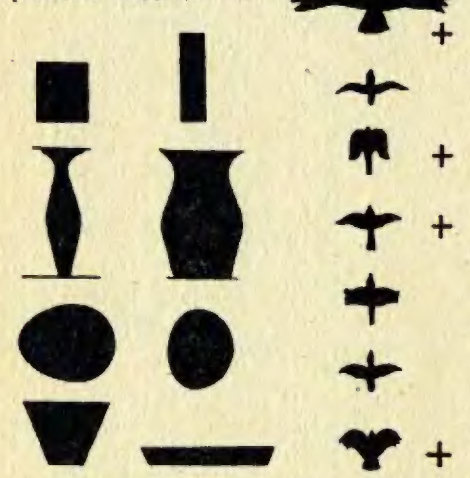


и фаланги пальцев и т.п.). Эти отдельно взятые оценки бывают столь характерны, что одна из примет разрешает подчас опознать целое. Соразмерность и пропорция – это тот особый вид измерения, когда условный эталон не требуется. Это мера особая, когда эталоном объекта является сам объект. Поэтому каждая реальная форма имеет свою точную формулу, свое кодовое значение. По признаку ОРПС сознание осуществляет самые широкие обобщения схожего и выявляет тонкие различия в скупых и сжатых характеристиках. Тонкий нос, толстые губы, низкий лоб, маленькие глазки из-под нависших бровей – четырьмя соразмерностями определяется индивидуальность такой универсальной конструкции, как человеческое лицо. Соразмерность в художественной литературе используется как острейшее средство лепки художественного образа.

1.33. Можно привести немало примеров, когда только ОРПС позволяет установить различие предъявленных зрительных образов. Показанные на рис. 3 и 4 прямоугольники и другие фигуры из одинаковых линий, сомкнутых под одинаковыми углами, отличаются только по признаку соразмерности. Они не могут различаться ни по одному из признаков, излюбленных про-

3. Правые и левые рисунки образованы тождественными линиями и углами. Отличаясь лишь соразмерностью, они для зрения дают отчетливо разные образы

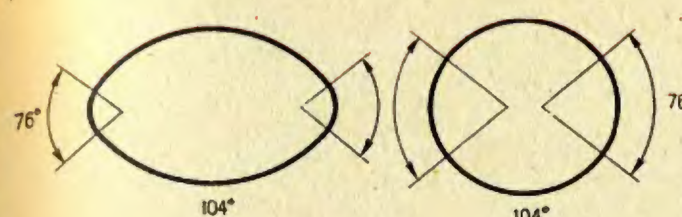
5. Одна из ситуаций, в которой из всех признаков формы (контур, пропорции, цвет) существенна лишь относительная размерная характеристика. Птицы опознают хищников по соразмерности: короткая толстая шея. Знаком "+" отмечены модели, движение которых вверх вызывало защитную реакцию птиц [26, с. 70]



граммистами. Между тем для зрения эти парные образы непохожи друг на друга, они различаются мгновенно, причем различие весомее сходства. Это "чашка" и "стакан", "пиала" и "блюдце", "яйцо" и "глазное яблоко", "амфора" и "молочная кринка". Замечателен приводимый Ю. Канорски результат опыта над различными птицами, устанавливающий признак, по которому птицы опознают хищника. На рис. 5 показаны модели, примененные для проверки реакции. Модели движутся вверх. Знаком "+" обозначены модели, вызывающие реакцию. "Главной чертой хищной птицы, — пишет автор, — является ее короткая и толстая шея, другие черты — несущественны". Птицы определяли грозящую им опасность по соразмерности: силуэт головы с шеей, выдвинутый перед линией крыла, — отношение длины к ширине — меньше чем 1:1.

1.34. Головной мозг возник в процессе разрастания переднего края спинного мозга: именно в древней глубинной части его сосредоточено управление важнейшими физиологическими процессами и врожденными формами поведения: дыханием, частотою биения сердца, расширением и сужением кровеносных сосудов, глотанием, рвотой, координацией движений и сокращением мышц. Позднее образовалась кора больших полушарий с ее раздельными функциональными зонами, контролирующими зрение, слух, обоняние, чувствительность кожи, т.е. приобретенные формы поведения, связанные с воздействиями внешнего мира. И, наконец, развилась зона коры больших полушарий, свободная от функций внутренней координации работы внутренних органов и мышц и не связанная непосредственно с органами чувств, — ассоциативная зона коры, осуществляющая связи между разными функциональными областями. С деятельностью этих зон коры связаны сложные психологические явления понимания и истолкования ощущений, логическое мышление, память и закрепление навыков.

Образы формируются не в рецептивных полях, а в ассоциативных зонах коры. Они складываются при сопоставлении разных признаков. В зрительной зоне коры установлены гностические поля, где раздельно дешифруются цвет, линейный контур и пространственные соотношения. Возникновение образов обусловлено анатомически тем, что различные зо-



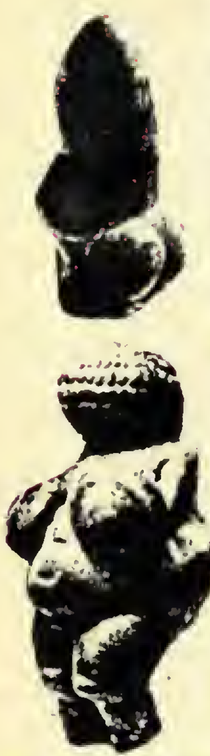
4. Зрительно несхожие образы, образованные сопряжением одинаковых дуг (76 и 104°)

ны коры связаны между собою в ансамбли клеток, соответствующие отдельным восприятиям. Возбуждение такой цепи или одного или нескольких ее нейронов возбуждает всю цепь, которая и представляет в сознании образ.

1.35. Известно, что организация низших уровней зрительного восприятия у кошки, собаки, человека и многих других млекопитающих одинакова. Рецептивные поля сетчатки геометрически упорядочены. Нейроны, расположенные в верхних иерархиях сетчатки, объединяют рецепторы, расположенные на прямых и параллельных линиях; адекватными раздражителями этих нейронов являются прямые линии определенной ориентации. Описан опыт, позволяющий наблюдать сверхсложное поле, замыкающее на одну клетку поля, пересекающиеся под прямым углом. "Если на прозрачной пластинке нанести ряд параллельных штрихов, фиксировать их взглядом некоторое время на освещенном фоне, а затем убрать пластинку, то будет виден последовательный образ в виде исчерченности, перпендикулярной штрихам" [21, с. 82–100]. Спрута можно научить реагировать на предъявленные зрению раздражители — горизонтальную или вертикальную линии, но он не может научиться реагировать на наклонную линию.

1.36. Нейрофизиология связывает предметное зрение с существованием комплексов нейронов либо с отдельными нейронами, ответственными за зрительные образы и лежащими в вершинах "гностических пирамид" [26, с. 66–82]. И независимо от того, отвечают ли за зрительный образ единичные нейроны или их комплексы, картина высшей деятельности мозга, которую можно характеризовать как мышление, логику, разум, должна включать в ассоциативные поля не только нейроны, представляющие объекты, но и нейроны, ответственные за признаки, из которых складываются эти интегральные образы, во всяком случае такие, как соразмерность. Ибо только в этом случае становится понятна способность сознания к абстрагированию понятий.

Геометрическое подобие — необходимый признак классификации и кодирования формы, выявляющий различия и сходство и потому необходимо связанный с врожденными структурами восприятия. Он проявился на уровне чувственных восприятий, в сфере подсознания, и потому ему свойственно пробуждать эмоциональные состояния. Но ключ к природе разума именно в том, что в складывающихся механизмах человеческого сознания возникла и закрепилась именно непосредственная взаимосвязанность высших уровней интеграции со зрительными зонами более низких уровней кодирования формы по признакам соразмерности. Случайно возникшие связи высшего интегрального уровня восприятий с механизмами уровня кодирования формы по отдельным признакам могли обусловить способность центральной нервной системы оперировать не только конечными конк-



6–20. Стоянки вымершего неандертальского человека современные древним стоянкам человека разумного, не обнаруживают ни украшений, ни предметов искусства. Стоянкам человека разумного современного вида характерно было присутствие украшений, орнаментов, предметов искусства. В чем причина этого знаменательного различия? Механизм фиксации геометрического подобия – механизм тонкого дифференцирования различий и механизм широкого обобщения образов – основа формирования разума. Практика искусства – тренировка случайно установившейся способности фиксации геометрического подобия сознанием

6, 7 – скульптуры ориньякской культуры (30000–25000 лет до н.э.);

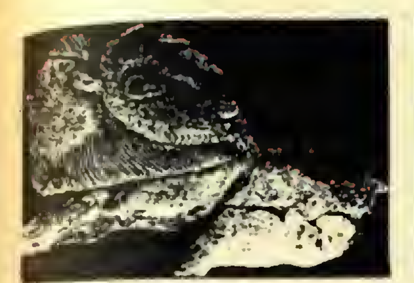
ретными образами, но более абстрактными характеристиками – символами. Так открылась возможность тонких аналогий, сознательного применения признаков различия и сходства, открылся путь к геометрическому абстрагированию зрительных образов и воспроизведению этих абстракций в предметах. Аналогия стала инструментом сознания.

1.37. Закрепить действие случайно возникшей нейронной цепи – значит повысить проводимость синапсов. А достигается это, как установлено, за счет постоянства действия, за счет частоты возбуждения. В этом смысл положительного эмоционального стимулирования действия, тренирующего важнейшую для человека способность: радость узнавания, страсть к подражанию и воспроизведению виденного, вечная страсть к игре в образ и символ в поэзии, музыке, театре, рисунке, лепке, украшениях. Освобожденная передняя конечность – рука обратилась к изобразительному искусству потому, что острейшей биологической потребностью вида было тренировать способность абстрагирования геометрическим подобием, и сила эмоционального стимулирования шла вослед утолению голода и полового инстинкта. Природа открыла в этих нейронных связях средство прогрессивного развития вида, превосходящее по мощи многие ее изобретения, – возникал разум.

Искусство стало потребностью рождающегося человека. Рисунки, содержащие элементы геометрического подобия, симметрии, украшают посуду, одежду и, наконец, становятся просто занятием человека. Мы можем теперь отчетливо понять, почему природа, которая подчинила эволюцию всего живого суровому закону естественного отбора, конкурентной борьбе за существование, создала на заре человечества как первейшую необходимость искусство – явление, с точки зрения прагматика XX в., практически бесполезное. Биологическая пружина искусства в том, что принцип пропорции, принцип равного изменения и геометрического подобия – отображение и повторение всеобщего принципа природы – стал одновременно принципом познания и творчества. Homo Sapiens – человека разумного в равной мере создали искусство и труд.

Размерно-пространственная структура. Средние отношения и золотое сечение

Соразмерность и пропорция – две категории эстетики, между которыми в обширной философской и искусствоведческой литературе четкой понятийной границы не установлено. Изложение темы требует уточнить смысл этих понятий.







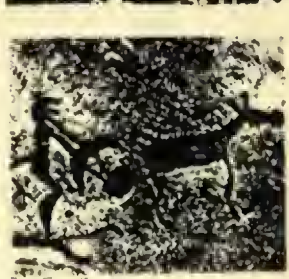
8–10 – голова лошади; копьеметалка, украшенная изображением бизона; зазубренные гарпуны, резьба из оленьего рога, Позднемадленская культура (*15000–9000* лет до н.э.); *11, 12* – фрески пещеры Ласко; *13* – фреска пещеры Мерль; *14* – наскальный рельеф Онежского озера;

6 | 9 | 10
7 | 11
12
8 | 13 | 14









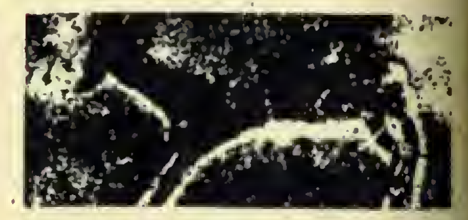
1.38. Соразмерность – это соотношение размеров, взятое в ортогональных направлениях (длина, ширина, высота). Соразмерность определяет объект как целое или любую его составляющую часть, обладающую структурной определенностью и четкими границами.

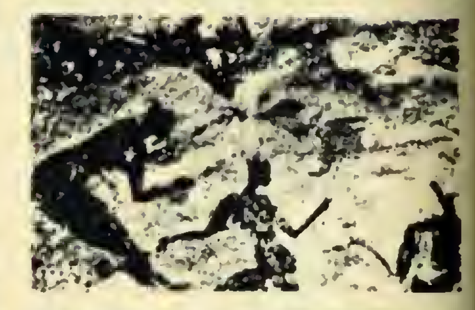
Так, например, есть смысл говорить о соразмерности человеческого тела, имея в виду всего человека. Так же точно можно говорить о со-

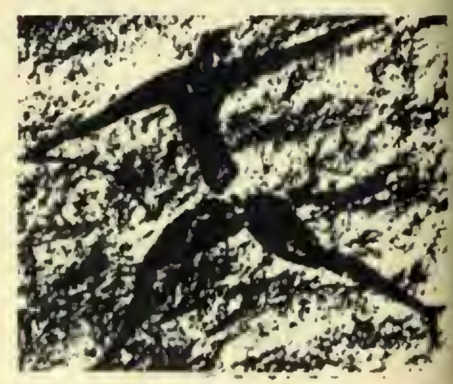
15 – петроглиф Мугур-Саргола; *16–20* – наскальные росписи Тассили-Аджера

16 | 17
15 | 18
| 19
| 20









размерности одного туловища, о соразмерности головы, о соразмерности ноги, бедра, стопы, руки в целом или ее частей: плеча, кисти, пальца или фаланги пальца. Во всех случаях это безразмерная характеристика описываемого объекта, не имеющая размерного модуля, полученная сравнением трех протяженностей: высоты (вертикаль), ширины (горизонталь) и длины (горизонталь, прямоугольно ориентированная к ширине). Все эти понятия отнесенные к живому, имеют как физический, так и биологический смысл. Длина есть размер в направлении движения вдоль биологической передне-задней оси; высота есть размер в направлении линии тяготения, а ширина – то единственное направление, где нет биологического различия, физически обусловленного, и где в силу этого наблюдается равновесное, зеркально симметричное строение живых существ.

1.39. Пропорция, как уже установлено, – понятие широкое и сложное. Но в области искусства оно имеет вполне конкретное значение. Это связь, которой соединены внутри сложного целого составляющие его части, т.е. движение от размера к размеру, объединяющее соразмерности и строящее ритмы членений. О пропорции, как и о соразмерности, можно говорить применительно к разным задачам. Можно рассматривать, как соединены крупные конгломераты формы, например голова, туловище и конечности. Можно рассмотреть череп, исследуя, как с черепной коробкой соотносятся лобная часть и глазные впадины, верхняя и нижняя челюсти и т.п. (пропорция черепа). Пропорция, таким образом, выявляет не только образ, но и структурное единство целого, в то время как соразмерность выражает символ образа, ассоциируемый с представлением о качестве (сила и слабость, устойчивость, гибкость, прочность, хрупкость и т.п.).

1.40. Подчеркнем также различие между понятиями РПС (размерно-пространственная структура) и ОРПС (относительная размерно-пространственная структура). В общей форме и то и другое выражается соразмерностью и пропорцией, является математическим определением образа, которым охватывается не только сам объект, но и пространство, в котором он воспринимается, если последнее имеет для восприятия зрением некоторое значение. ОРПС отражает работу зрительного анализатора: здесь мерой объекта является он сам. ОРПС относится преимущественно к области подсознания и потому в чистом виде является категорией, связанной с областью чувств.

РПС – модульная структура подразумевает некий эталон измерения: характеристика размерности на уровне сознания, которое соотносит любые размеры с размерами человеческого тела. Поэтому понятие РПС включает понятие масштаба. Это те же соразмерности и пропорция, но определенные в связи с размерами человека.

Исследование размерной структуры архитектурных объектов и предметов дизайна всегда будет неполным, если исключить воздействие размерности на психику. Поэтому исследование объектов искусства не ограничивается геометрической абстракцией, а включает вопрос о мере, соотнесенной с человеком.

Что касается ОРПС, то это код зрения, экономный, сжатый. Всякое устойчивое бытие (тело в пространстве) обусловлено какими-то причинами и силами, и эти силы отображены в ОРПС. В числах, определяющих отношение протяженностей тела в направлениях действия физических и биологических сил (направление передне-задней оси, верх-низ, левое-правое), закодированы свойства объекта, и соразмерность есть смысловой образ, несущий сжатую информацию о сущности объекта.

Пропорция же, как уже говорилось, выражает его структурное единство.

Понять конкретное содержание этого структурного единства сначала на объектах природы, а затем на объектах архитектуры – такова наша цель и задача.

1.41. Архитектура организует пространство. Структурность архитектуры обусловлена конструкциями и технологическими процессами. Технология задает предельные размеры. Соразмерности и пропорции обусловлены конструктивными возможностями материала: так заданное сечение столба определяет его возможную высоту и пролет. В свою очередь предельные нужные размеры – высота и пролет – могут продиктовать выбор конструкций и их сечения. Но поиск размерности составляет в то же время и задачу искусства. Создается ассоциативный образ и достигается гармоническое единство. Причем задача эта не может решаться только размерностью: ассоциативный образ определяется пространственной композицией, ха-

рактером линий, рисующих силуэт, тональными контрастами и цветом и все эти средства должны работать согласно. То, что создается одними средствами, не должно разрушаться другими.

Отсюда понятна опасность, которую таит однозначная формальная гармонизация, если числовые соотношения используются вопреки семантическому смыслу, если случаен и ложен метод приложения числа к конкретной архитектурной форме. Дискредитируется научный подход к проблеме пропорций. Именно в таких условиях сложилось и закоснело скептическое, а часто и негативное отношение к этой важнейшей в теории искусств проблеме. Мы отчетливо видим теперь, что успешное применение чисел в построении архитектурной формы и пространства архитектуры подразумевает владение всем арсеналом средств художественной выразительности. Архитектор стоит перед комплексной проблемой синтеза образа. Возможности продвижения на этом пути в различных его аспектах определяются различными качествами разума, чувства и опыта; одни задачи решаются интуитивно, другие – требуют точного знания. И потому прав Бурдель, говоря, что искусство – завуалированная алгебра, отнимающая жизнь у тех, кто стремится приподнять ее покрывало.

1.42. Движение зрителя в пространстве архитектуры обусловливает сложность взаимодействия архитектурных форм. Достичь единства РПС, работая с чертежом и чисто визуально определяя эстетические достоинства графического изображения, нельзя. Даже хорошо развитого внутреннего зрения, именуемого чувством формы, еще недостаточно, чтобы овладеть пространством: проблема пропорции и масштаба требует точного знания. Все крупные мастера архитектуры опирались и опираются на свои принципы расчета размеров, и они позволяют им в известной мере приблизиться к гармоничной форме.

Записные книжки Леонардо да Винчи, наброски и чертежи Микеланджело, "рецепты" Альберти и Палладио, рисунки Виолле ле Дюка, модулор Ле Корбюзье, каноны каменщиков средневековья, записки Дюрера и высказывания Жолтовского подтверждают правоту нашего мнения.

Геометрическому подобию в архитектуре посвящено специальное исследование А. Тирша, показывающее, как подобие объединяет соразмерности частей и целого; ту же, по существу, цель преследует М. Борисовлевич, исходя из принципа перспективных сокращений.

1.43. Принцип равного изменения как средство конструирования архитектурной формы хорошо известен практике и теории искусства. Это арифметическая прогрессия, гармоническая прогрессия, геометрическая прогрессия.

Первой из них близки кратные модульные системы, вторая лежит в основе музыкального строя, третья – пропорция в ее математическом понимании.

1.44. Арифметическая прогрессия – это последовательность чисел, в которой каждое последующее число больше предыдущего на одну и ту же величину. Любая мерная лента есть образец арифметической прогрессии. Замечательным качеством такой мерной ленты является то, что она не содержит в себе и намека на то, как ею пользоваться. Но принцип арифметической прогрессии позволяет находить средние отношения: каждый член арифметической прогрессии есть среднее арифметическое двух смежных членов. Если взять, например, ряд 1, 4, 7, 10, 13, 16 и т.д., то каждый его член – среднее двух смежных: $7 = \frac{10+4}{2}$; $16 = \frac{13+19}{2}$.

Если, например, высота помещения

4 м, а глубина его 10 м, то легко определить по среднеарифметическому его ширину; она равна $\frac{4+10}{2} = 7$.

1.45. Гармоническая прогрессия – цепь величин, в которой последовательность чисел, обратных данным, образует арифметическую прогрессию. Любой член такой прогрессии является средним гармоническим соседних членов.

Ряд $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}$ есть гармоническая прогрессия, потому что обратное число любого члена ряда есть среднее арифметическое чисел, обратных соседним числам ряда: $\frac{3}{1} = \frac{2+4}{2}$ и т.д. "Пифагор был первым, кто заметил, что высота тона, издаваемого струной, обратно пропорциональна длине натянутой струны. Если дернуть натянутую струну, а затем прижать пальцем середину и снова дернуть, то тон, издаваемый струной, будет на октаву выше, чем в первом случае. Если прижать струну и заставить колебаться лишь треть ее длины, то частота издаваемого тона будет втрое выше основной частоты. Прижимая струну в точках, отстоящих от конца на рациональное кратное первоначальной длины, мы получим всю гамму. Отсюда ясно, сколь важное значение имеет гармоническая последовательность, образуемая числами, обратными некоторой арифметической прогрессии" [37, с. 137].

1.46. Последовательность чисел, образующих ряд геометрической прогрессии, определяется тем, что каждое последующее число больше предыдущего в одно и то же число раз. Например, ряд 1, $\sqrt{2}$, 2, $2\sqrt{2}$, 4, $4\sqrt{2}$ есть ряд геометрической прогрессии с множителем $\sqrt{2}$, а ряд 1, 3, 9, 27, 81 – геометрическая прогрессия с множителем 3. Каждый член геометрической прогрессии равен корню квадратному из произведения предыдущего и последующего членов ряда и является их средним геометрическим.

1.47. Итак, деление струны пополам создает переход из октавы в октаву. Деление пополам (удвоение) образует сильный контраст и потому, казалось бы, не может играть такой же роли в ритмах зрения, в построении размерных структур, как в музыкальной гармонии. (В природе деление пополам – дихотомия означает возникновение новой жизни.) Между тем аналогия работы зрения и слуха здесь существует, и очень глубокая. Рассеченный пополам квадрат порождает двойной квадрат и вместе с ним – всю гамму архитектурных пропорций.

Струна, воспроизводящая звук, – линия. Ее колебания воспроизводят звуковую волну, которая не есть линия. Это движущаяся сферическая поверхность. Слух воспринимает не линии, а звуковые волны. Глаз, как и слух, воспринимает зрительный образ, копируя на сетчатке плоские изображения. Для зрения соизмеримые по принципу подобия (взаимопроникающие подобия) площади образуют гармоническую гамму сообщений. Взаимопроникающие подобия системы двойного квадрата играют ту же роль, что и гамма, построенная на среднегармонических отношениях, но в области не слухового, а зрительного анализатора.

1.48. Средние числа – числа арифметического, гармонического и геометрического рядов служили средством достижения гармоничных, равновесных размерно-пространственных структур. Архитекторы и скульпторы были убеждены, что то, что хорошо для слуха, не может быть дурно для зрения. Палладио пользовался средними числами следующим образом. Помещения с плоскими потолками определялись им в разрезе отношением 1:1, помещения со сводами соразмерялись на среднеарифметических или среднегеометрических числах. Дюрер поль-

зовался и арифметической, и геометрической шкалами пропорций. В записных книжках Леонардо да Винчи соразмерности подчинены отношению $\sqrt{2}$, потому что Леонардо исследует центричную композицию, в основе которой — вписанный правильный восьмигранник.

1.49. Среди всевозможных средних отношений наибольшее к себе внимание привлекло так называемое отношение золотого сечения — среднее геометрическое, отличающееся рядом исключительных математических свойств, которые каким-то поразительным образом сошлись в нем одном. Это отношение обнаруживается при рассмотрении самых разнообразных явлений природы, и в первую очередь — явлений, связанных с органическим ростом. И оно остается до сих пор загадкою. Золотое сечение выражается обычно либо как 0,618, либо как 1,618. Это — обратные числа:

$$\frac{\sqrt{5}-1}{2} = \frac{2}{\sqrt{5}+1} = 0{,}618034\,;$$

$$\frac{2}{\sqrt{5}-1} = \frac{\sqrt{5}+1}{2} = 1{,}618034.$$

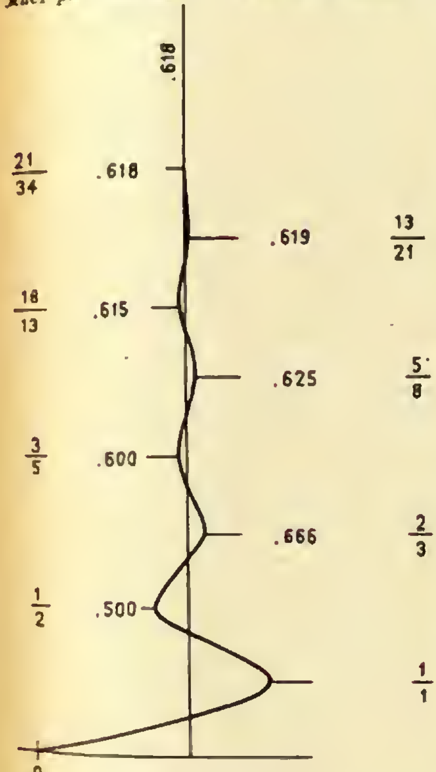
Обозначив 1,618 через Ф, имеем $\frac{1}{Ф}$ = 0,618. Умножая последовательно 1 на Ф, снова на Ф и т.д., находят возрастающий ряд золотого сечения, а умножая последовательно на $\frac{1}{Ф}$, находят убывающий ряд. Легко заметить, что в этом ряду 0,146 — 0,236 — 0,382 — 0,618 — 1 — 1,618 — 2,618 — 4,236 — 6,854 каждое число не только результат умножения предыдущего на число Ф, но также равно сумме двух предыдущих. Для триады золотого сечения $Ф_1 - Ф_2 - Ф_3$ = 1 —1,618 — 2,618 характерно не только $\frac{Ф_1}{Ф_2} = \frac{Ф_2}{Ф_3}$ и $Ф_3 = Ф_1 + Ф_2$ = 2,618 = 1 + 1,618, но и $Ф_2^2 = Ф_3$ = $1{,}618^2$ = 2,618. Если Ф = 1,618, то можно записать $1 + Ф = Ф^2$. Это уравнение имеет существенное значение для выяснения природы золотого сечения.

1.50. Золотое сечение связано с органическим ростом. "Наука, — замечает исследователь пропорциональности Джей Хэмбидж, — по-видимому, натолкнулась на один из основных законов природы" [48, с. 38].

В 1202 г. купец Леонардо из Пизы по прозвищу Фибоначчи ("сын доброй природы") подсчитал максимально возможный приплод кроликов. Предположив, что кролики не болеют и не умирают и каждая пара в соответствии с законом природы, достигнув двухмесячного возраста, начнет ежемесячно приносить по одной паре кроликов, он обнаружил математическую закономерность, сделавшую имя его знаменитым, — открыл целочисленный аддитивный ряд золотого сечения. В первый и второй месяцы кролики не приносят потомства. На третий месяц появится одна пара приплода, на четвертый — еще одна пара, на пятый их появится уже две, на шестой — три, на седьмой — пять, на восьмой — восемь, на девятый—тринадцать, на десятый — 21, на одиннадцатый — 34, на двенадцатый — 55, а общее число кроликов будет, начиная с первого месяца, считая на пары, увеличиваться точно в той же закономерности: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89 и составит к концу года 144 пары кроликов (рис. 22).

С тех пор установлено много фактов, показывающих, что ряд Фибоначчи проявляется в формах живой природы как закон единообразного роста. Интересный тому пример — рост подсолнечника, где ряд Фибоначчи обнаружен и в распределении семян, и в распределении листьев, и в расположении стеблей.

Семена на диске подсолнечника расположены так, что комплекс их гнезд образует рисунок пересекающихся кривых. Кривые закручены в противоположных направлениях и напоминают спирали раковин. Подсчет кривых на нормальном диске подсолнечника (диаметром 12—15 см) показывает, что всего их 89; из них в одну сторону закручены 55, а в другую — 34 кривые. На средних дисках того же стебля, расположенных ниже и меньших размером, обычно кривых 55; они пересекаются в отношении 21:34. И еще ниже на самых маленьких дисках кривых обычно 34. Они распределяются в отношении 13:21.



21. Закономерность золотого сечения издавна привлекала внимание исследователей проблемы роста в природе. Целочисленное выражение отношения золотого сечения выражает ряд Фибоначчи, открытый этим монахом при расчете прироста кроликов. В этом ряду каждый новый член ряда равен сумме двух предыдущих, а отношение смежных чисел стремится к числу золотого сечения

Подсолнечники, выращивавшиеся специально для изучения этой закономерности роста, достигали гигантских размеров с дисками по 144 кривых, и даже, как пишет исследователь этой проблемы Артур Х. Черч, в Оксфорде был выращен подсолнечник с 233 пересекающимися спиралями, распределенными в отношении 89:144.

Мелкие листочки, обрамляющие диск подсолнечника, также образуют кривые двух направлений, обычно числом 5 и 8.

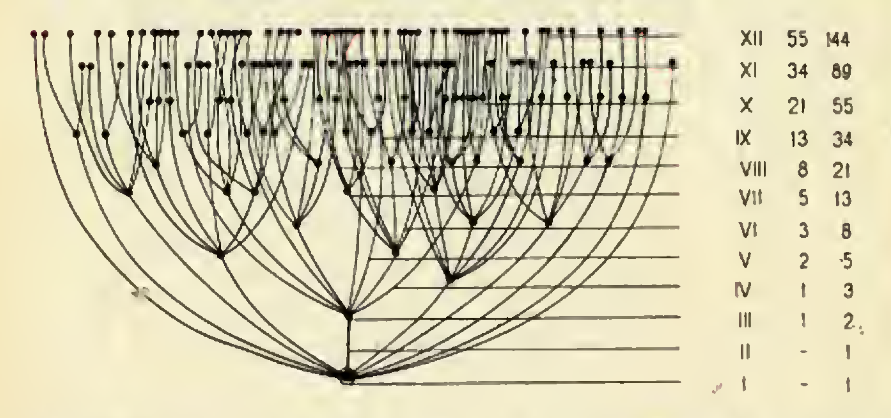
Если же считать число листьев, расположенных на стебле растения, от нижней точки стебля до диска цветка, то и здесь листья располагаются по спирали и находится лист, точно стоящий над нижним. При этом число листьев в витках и число витков соотносятся между собой, как смежные числа ряда Фибоначчи. Это явление обычно называют филотаксисом; Д. Хэмбидж называет его законом распределения листвы.

1.51. Отношение двух целых чисел не может быть равно отношению золотого сечения: число Ф иррационально. Поэтому соседние числа ряда в своем отношении друг к другу образуют ритмически пульсирующие величины: чередование чисел меньших, чем 0,618, и больших, чем 0,618, которые графически очень быстро сливаются с числом Ф (рис. 21).

1.52. Из бесконечного множества примеров строения живых форм, которые выражаются отношением Ф, остановимся на двух частных характеристиках человеческого тела.

Три фаланги среднего пальца кисти руки образуют триаду золотого сечения, а включая запястье и пясть — ряд из четырех членов. Но самое сильное впечатление оставляет то, что расстояния от пупа (точка возникновения нового живого существа) до макушки и пят связаны также отношением золотого сечения. Если расстояние от пупа до макуш-

22. Родовое дерево кроликов. Каждый кружок обозначает пару кроликов, дающих ежемесячно по паре приплода, начиная с двухмесячного возраста



ки принять за 1, от пупа до стопы будет — 1,618, а полная высота мужской фигуры составит 2,618.

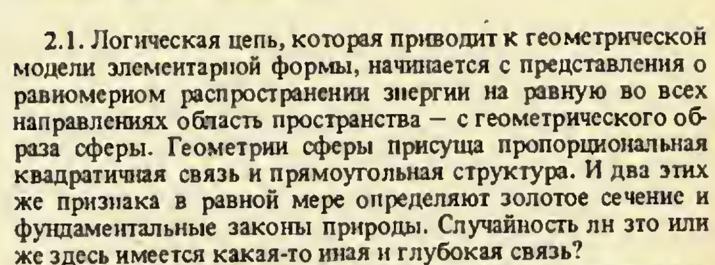
Но вот вопрос: что же из всего этого следует? Что за этим стоит? Почему в формах живой природы так распространено отношение золотого сечения? В чем его физический и биологический смысл и какова его связь с фундаментальными законами, определяющими проявление сил природы?

В процессе развития всякое живое существо претерпевает немало изменений, изменяются и пропорции. У эмбриона человека формы и пропорции одни, у новорожденного — другие, у подростка — третьи, у взрослого — четвертые и т.д. Какой в этом случае смысл толковать о золотом сечении и пропорции тела?

Смысл есть, и глубокий. Жизнь — это не хаос случайностей, а осуществление генетически закрепленных программ. Когда у саламандры отрастает ампутированная конечность, она достигает точного размера утраченной — и рост прекращается: программа исполнена, цель достигнута. Понять, что составляет основу этой программы, что определяет эту программу, какие причины сделали ее такой, а не иной — в самой первооснове, — такова суть проблемы. Программа обнаруживается в тот момент, когда формирование новой единицы завершено, наступает расцвет и жизнь готова вновь воспроизвести жизнь. Форма в этот момент достигает законченности и гармонии.

Что же представляет собой первооснову завершенной и гармоничной формы в самом элементарном ее выражении?

Глава 2. Естественная геометрия и формы в природе



Принцип равного изменения

2.1. Логическая цепь, которая приводит к геометрической модели элементарной формы, начинается с представления о равномерном распространении энергии на равную во всех направлениях область пространства — с геометрического образа сферы. Геометрии сферы присуща пропорциональная квадратичная связь и прямоугольная структура. И два этих же признака в равной мере определяют золотое сечение и фундаментальные законы природы. Случайность ли это или же здесь имеется какая-то иная и глубокая связь?

Радиус сферы — расстояние от центра сферы, ее точки начала, до поверхности — связан с поверхностью сферы пропорциональной квадратичной зависимостью

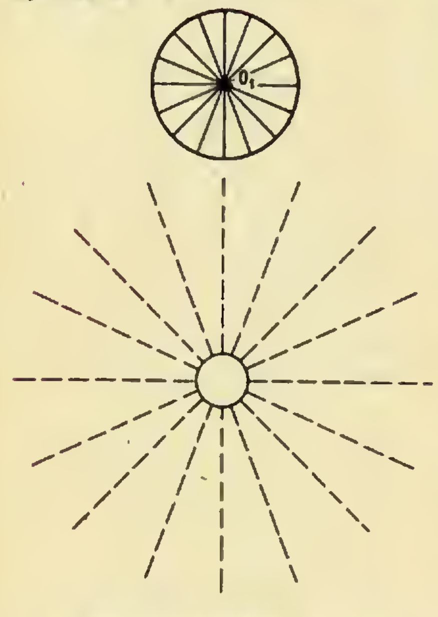
$$S = \pi (2R)^2.$$

Закон всемирного тяготения определяет взаимодействие физических тел. Это закон обратно пропорциональной квадратичной зависимости. Чтобы популярно объяснить сущность закона всемирного тяготения и других близких явлений, физики часто прибегают к геометрической модели сферы.

Представим мыльный пузырь, надуваемый через соломинку. С увеличением диаметра вдвое поверхность мыльного пузыря увеличится в 4 раза; если же диаметр увеличится в 3 раза, то поверхность возрастет в 9 раз. Это значит, что количество вещества, образующего пленку, на каждую единицу поверхности, будет падать по закону квадратов. И если отождествить вещество пленки и силы взаимодействия ее частиц, то понятно, что чем большим становится радиус сферы, тем тоньше и слабее становится пленка. Силы натяжения будут расти по закону прямых квадратов, а силы взаимодействия — падать по закону обратных квадратов.

2.2. Распространение электромагнитных волн, как известно, — это распространение сферических поверхностей. Каждая точка движущейся волны одинаково удалена от центра. Силовые линии поля всегда лежат в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны. Таким образом, квадратичная пропорция и прямой угол, присущие геометрии сферы, не являются чистой абстракцией. Они выражают физическую реальность. Возникает же представление сферы из представления равного изменения: все направления экспансии пространства из точки начала равноправны, и экспансия во всех направлениях одинакова.

23. Рассмотрим проблему роста в русле проблемы относительной размерности. Представим вначале абстрактный случай: экспансию пространства из точки начала, происходящую „нигде", т. е. в условиях, когда внешних влияний на эту экспансию (явление роста) не существует. В изотропном пространстве результат экспансии представляется нам в образе сферы

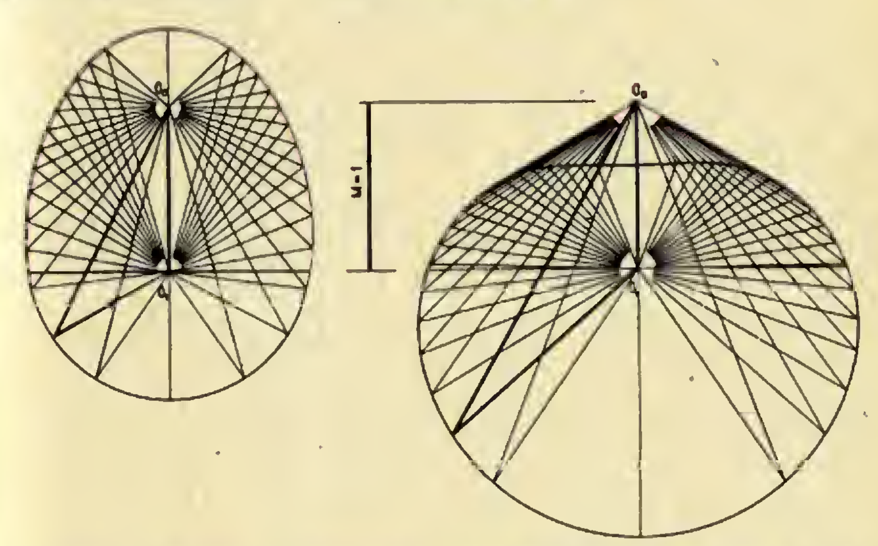


2.3. Равное изменение — рост — рассматривается в этой главе не как действительность во всей ее огромной сложности, но как конечная программа экспансии из точки начала, как общий принцип формообразования. Отправной точкой служит геометрия сферы по той причине, что сфера представляет образ экспансии в изотропном пространстве. И потому возведение в квадратную степень и прямой угол, которые дают нам ключ к получению наших результатов, не следует считать действием произвольным. Итак, рассмотрим распространение элементарного объекта бытия на некоторую область пространства из точки начала, считая, что этот акт протекает совершенно изолированно от всяких внешних влияний — в абстрактном "нигде". Все направления экспансии равноправны. Экспансия равнозначна во всех направлениях. Ее конечный итог, естественно, сфера (рис. 23).

2.4. Теперь представим картину чуть более сложную. Формообразование происходит не в абстрактном "нигде", а на Земле. Точка начала находится в зоне действия тяготения. Какие еще влияния в этом случае может испытывать наша точка начала и весь процесс формообразования — не станем гадать. Существенно главное: если влияние Земли на формообразование существует, то нужно предполагать, что оно отразится на форме. В этом случае уже нельзя считать все направления экспансии из точки начала равнонаправными — возникло различие верха и низа. Анизотропность пространства экспансии должна проявиться в неодинаковом развитии формы в различных направлениях. Разница в величине экспансии будет зависеть от угла между направлением экспансии и вертикалью, т.е. линией, вдоль которой действует поле Земли. Симметрия в отношении горизонтальной плоскости должна быть нарушена.

2.5. Представить себе элементарную форму в этих исходных условиях позволяет векторный треугольник. Какие бы физические или биологические причины ни стояли за природой экспансии пространства, мы можем о них уверенно судить в той сфере проявления, где результат можно измерить. Таким результатом является форма. Мы можем теперь представить себе в самом обобщенном виде, что этот результат обусловлен, поскольку дело происходит на Земле, двумя причинами: 1) экспансией из точки начала (тенденции роста); 2) внешним воздействием, влиянием на экспансию поля Земли.

24. Тот же элементарный акт формообразования, но в земных условиях. Захват пространства из точки начала определяется тенденцией роста (вектор экспансии A) и действием поля Земли, направленным вниз по вертикали. Обозначим влияние поля Земли на экспансию вектором $\bar{M}$ и придадим последнему значение эталона меры $|M| = 1$. Место граничной точки поверхности определяет результирующая сложения векторов $\bar{A}$ и $\bar{M}$, $\bar{R} = \bar{A} + \bar{M}$. Совокупность граничных точек поверхности определяет форму. Присутствие вектора $|M| = 1$, всегда вертикально направленного, создает различие верха и низа: форма несимметрична в отношении горизонтальной плоскости, проходящей через точку начала. (Горизонтальная черта над буквами A, M, R в векторном уравнении означает, что складываются не величины, а направленные векторы: векторный треугольник $\bar{R} = \bar{A} + \bar{M}$ представляет векторное сложение. Величины векторов обозначаются вертикальными черточками: $|M|, |A|, |R|$.) Толстой линией выделен один из векторных треугольников



Согласно принципу наименьшей затраты энергии все взаимодействия осуществляются по прямым линиям. Следовательно, мы имеем два вектора. Вектор $\bar{A}$, выражающий экспансию из точки начала, и вектор $\bar{M}$, выражающий действие внешнего поля. Наша задача стала задачей на векторное сложение.

Пусть дана точка начала O_1. Вектор $\bar{A}$, действующий из точки O_1, имеет место в любом направлении пространства. Для любого сечения зона его влияний описывается углом 2π. Вектор $\bar{M}$ всегда направлен по вертикали. Он выражает взаимодействие Земли и точки начала и потому направлен к центру Земли или же в противоположную сторону. Действовать не вдоль вертикали он не может. Значит, любая точка, определяющая границу экспансии, определяется результирующей векторного сложения: $\bar{R} = \bar{A} + \bar{M}$, а рассмотрев все результирующие для всех направлений действия $\bar{A}$, мы нашли бы в совокупности полученных точек элементарную форму.

2.6. Открываются три возможности. Первая: можно предположить, что вектор программы роста, в каком бы направлении его ни брать, имеет одну и ту же величину: $|A| = const$. Вектор, выражающий действие внешнего поля, также постоянен. Примем его в этом случае

25. Допустим, что в основе формообразования лежит неизменное равенство. Величины $|A|$ и $|M|$ – неизменяемые постоянные. Как в этом случае сказалось бы действие поля Земли? Форма остается сферической. Но плоть ее неоднородна в отношении точки начала: "плоть" объекта увлечена в направлении действия вектора $\bar{M}$

$|M| = 0$ $|A| = const$ | $|M| = \pm 1$ $|A| = const$

Ин 0 | Ин 1 | Ин 2

$\bar{R} = \bar{A}$ | $R = \bar{A} + \bar{1}$ | $\bar{R} = \bar{A} - \bar{1}$

за эталон измерения пространства $|M| = 1$. Только с появлением 1 наше уравнение получает конкретный смысл. Условие $|A| = const$ указывает на полную несвязанность $\bar{A}$ и $\bar{M}$. Программа роста существует сама по себе и вне связи с внешними причинами.

Приведенные условия можно характеризовать как неизменное равенство состояний. Выполнив графически заданные условия, наблюдаем, что форма осталась сферичной, хотя в отношении к точке начала, как мы и полагали, возникла асимметрия: плоть объекта "увлечена" полем Земли. Смещение равно вектору $\bar{M}$ $|M| = 1$ (рис. 25, Ин1 и Ин2).

2.7. Две другие возможности определяет предположение, что либо вектор $\bar{A}$, либо вектор $\bar{M}$ – величина переменная. Взаимосвязанность $\bar{A}$ и $\bar{M}$ достигается тем, что один из векторов меняет в определенной закономерности свою величину с изменением угла взаимодействия этих векторов. Сосуществование векторов подкреплено их полной взаимосвязанностью. В этом случае форма не остается сферичной и не определяется механическим сдвигом в отношении к точке начала. Она уже не следствие равенства состояний. А чтобы сделать ее следствием равенства изменений (к этому нас обязывает то, что мы условились видеть в равновесных состояниях бытия проявление принципа равного изменения, см. 1.5), необходимо, чтобы переменная изменялась строго пропорционально. Какая же закономерность могла бы определить собой зависимость переменного вектора от вектора, остающегося неизменным по величине? Вот главный вопрос.

Векторное уравнение и элементарные формы

2.8. Обратим внимание на вид, который получает уравнение $\bar{R} = \bar{A} + \bar{M}$ при введении одной переменной величины. Обозначим переменную через – N. Присвоим постоянному вектору значение 1. Векторное уравнение элементарной формы приняло вид $\bar{R} = \bar{N} + 1$. Хорошо известное уравнение золотого сечения, выражающее деление отрезка в крайнем и среднем отношении, выглядит так: $\Phi^2 = \Phi + 1$. Здесь меньший отрезок относится к большему, как больший к целому, и в то же время сумма отрезков есть целое: $1{,}618^2 = 1{,}618 + 1$. Известно также, что членение форм в отношении золотого сечения широко распространено в природе. Это закон распределения листвы, закономерность размножения, правило закручивания спиралей на дисках подсолнечника. Исследователи пропорциональности, внесшие значительный вклад в развитие теории пропорций, не раз высказывали предположение, что перед нами – общий закон природы.

Мы же хотим обратить в связи с этим внимание на вторую сторону проблемы – на то, что в природе существуют не только линии, но и плоскости, и кривые поверхности, и объемы. С другой стороны, для природы помимо отношений золотого сечения весьма характерны и другие отношения, такие как $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$ или $\sqrt{7}$, которые встречаются при описании структуры кристаллов. Следовательно, золотое сечение – не единственная закономерность. Отсюда возникает желание увидеть отношение золотого сечения, и, в частности, деление отрезка в золотом отношении, не само по себе, а как частное проявление какой-то значительно более общей закономерности, широко охватывающей различные явления роста, наблюдаемые в природе.

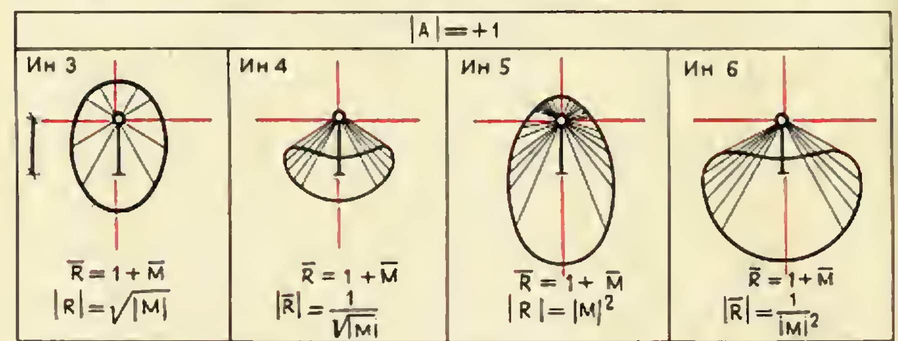
2.9. В физике мы часто встречаемся с пропорциональным законом квадратов. Так, электростатические взаимодействия между двумя точечными зарядами обратно пропорциональны квадрату расстояния между зарядами и прямо пропорциональны квадрату среднегеометрической величины взаимодействующих зарядов; силы взаимного притяжения и отталкивания атомов внутри молекулы прямо пропорциональны квадрату среднегеометрической массы взаимодействующих атомов и обратно пропорциональны расстоянию между ними. Закон всемирного тяготения в общей форме определяет эти пропорциональные квадратичные связи взаимодействующих тел.

Физика сильных взаимодействий исследует замкнутый круг бесконечных превращений элементарных частиц, их уничтожений и рождений и в числе прочих частиц протон и нейтрон – частицы, обладающие стабильностью и представляющие основу структуры ядра (срок жизни протона $2 \cdot 10^{30}$ лет – на много порядков более возраста нашей планеты). И здесь – снова закон квадратов. Вероятность того, что протон остается протоном, определяется отношением $\frac{1}{k^2}$ или $\left(\frac{1}{k^2}\right)^2$, где k – импульс энергии. Кварки полагают неделимой основой элементарных стабильных частиц, и вероятность рождения кварк-антикварковой пары пропорциональна квадрату электрического заряда кварка (см. В. Шехтер. Кварки. – Природа, 1980, № 2, с. 53–69).

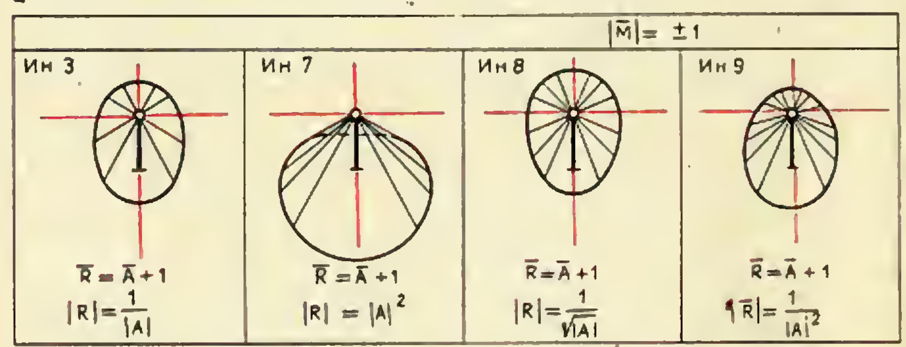
2.10. Поскольку мы решили рассмотреть векторный треугольник, движение которого описывает в сечении через точку начала все направления, т.е. замыкает полный круг, и поскольку мы исходим из равного пропорционального изменения вектора, направленного из точки начала, мы должны обратить внимание на прямоугольный треугольник, все три стороны которого находятся в одном отношении. Так же как в отрезке, разделенном на пропорциональные части, существует единственный коэффициент, превращающий меньшее в большее, а обратное ему число превращает большее в меньшее, так же точно существует и единственный прямоугольный треугольник,

26. Допустим теперь, что формообразование подчинено принципу равного изменения, т.е. принципу пропорции. Здесь открываются две возможности
1 — случай 1 представлен индикатрисами Ин3—Ин6. Здесь вектор экспансии $\bar{A}$ — постоянная величина, служит эталоном меры $|A| = 1$. Изменяется вектор $\bar{M}$, его величина зависит от угла встречи векторов $\bar{A}$ и $\bar{M}$, и с изменением вектора $\bar{M}$ пропорционально ему меняется результирующая сложения векторов $\bar{R}$. Взаимосвязь величин $|M|$ и $|R|$ определяется законом прямых или обратных квадратов. Возникают формы типа "раковина" и "яйцо"; *2, 3* — случай 2 представлен индикатрисами Ин3, Ин7—Ин11 [26, 23]. Здесь за постоянную величину принято действие поля Земли — вектор $|M| = 1$, а переменной является вектор экспансии $\bar{A}$, и результирующая $\bar{R}$ связана с переменной A законом квадратов. Возникают формы типа "яйцо", "раковина", "яблоко", "череп". Особый случай представлен индикатрисой Ин12, которая задана единственно условием пропорционального изменения величины $|A|$: возникает форма раковины "кораблик"

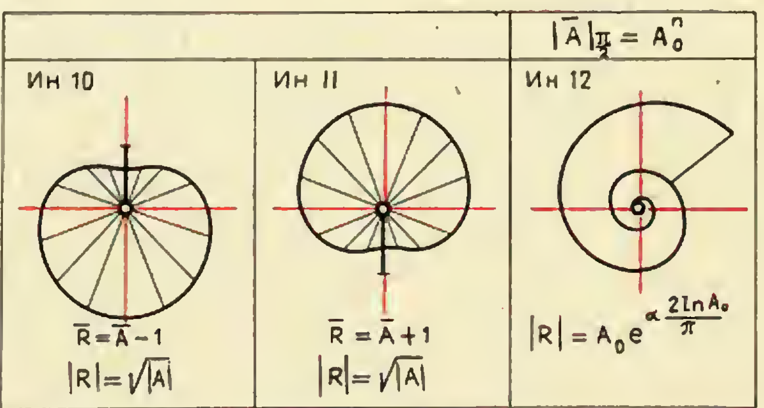
1



2



3



стороны которого связаны одним коэффициентом, определяющим переход от меньшего катета к большему и от большего — к гипотенузе. Этот треугольник, исследованный В. Прайсом, имеет катеты 1 и $\sqrt{1{,}618}$, а гипотенузу — 1,618. Иначе говоря, это (если считать треугольник векторным) треугольник, стороны которого суть $N^2, N, 1$. Он отвечает сложению составляющих, из которых одна — вертикаль, вторая — горизонталь, а результирующая заняла место гипотенузы. Когда, изменяясь в закономерности, определенной уравнением, вектор $\bar{N}$ займет вертикальное положение, треугольник векторного сложения превратится в вертикальную линию (ведь одна из составляющих, представляющая действие внешнего поля, всегда направлена по вертикали), а треугольник Прайса превратится в отрезок, разделенный в отношении золотого сечения. $N^2 = N + 1$ есть общее уравнение, включающее в себя и уравнение золотого сечения $\Phi^2 = \Phi + 1$, и треугольник Прайса (см. 2.25).

2.11. Итак, нам остается допустить, что в уравнении элементарной формы результирующая $\bar{R}$ и вектор, являющийся переменным ($\bar{A}$ или $\bar{M}$), всегда по величине взаимосвязаны квадратичной зависимостью, а один из слагаемых векторов есть постоянная величина, диктующая значения переменных. Ее мы и принимаем за 1. Уравнение элементарной формы принимает вид $M^{\pm 2} = M + 1$ (первая группа элементарных форм) или же $A^{\pm 2} = A \pm 1$ (вторая группа элементарных форм), где A и M — векторы.

Наше уравнение включило и отношения, связанные с кругом золотого сечения, которое так распространено в органических формах, природы, и удовлетворило всем требованиям, которые мы логически определили как условие формообразования. Нам остается теперь построить эти элементарные формы и посмотреть, что они собой представляют (рис. 26). Обнаружат ли они связь с реальными формами природы? Обнаружится ли взаимосвязь параметров, характерных для форм живой природы ($\sqrt{5}$), с параметрами, характерными для структуры кристаллов ($\sqrt{2}, \sqrt{3}$ и т.д.)?

Причина, по которой мы исследуем не только прямую, но и обратную квадратичную зависимость, ясна: это симметрия законов природы и ее форм. Математик может заметить, что соединение двух линейных векторов — результирующей $\bar{R}$ и переменной формообразующей $\bar{A}$ (либо $\bar{M}$) квадратичной связью лишено смысла: квадраты выражают площади, а здесь то и другое — линия. Замечание было бы справедливо, если б уравнение не включало в себя 1. Именно присутствие 1, в отношении которой устанавливается значение переменных, делает уравнение формы инвариантным к любым системам отсчета и потому придает ему реальное физическое содержание. Уравнение описывает конечные и замкнутые пространственные формы. Эти формы, как мы увидим, занимают особое место в живой природе.

Что за этим стоит? Каково физико-биологическое содержание векторов A и M? Где физический мостик между законом квадратов в явлениях природы и квадратичной связью векторов в наших геометрических построениях? Где пролегает в физических явлениях рубеж между силами и расстояниями, которыми описываются пространственные структуры и, следовательно, формы, да и существует ли этот рубеж в действительности? Или он только плод ума, разделившего неделимое единство материального бытия – пространство и энергию, чтобы исследовать и постигать это целое? Вопросы эти лежат за пределом тех возможностей, которыми мы располагаем. Они уводят из области архитектурного исследования пространства в область исследования физического и потому должны быть оставлены для специалистов.

2.12. Но, оставляя не расшифрованным до конца уравнение элементарной формы $N^{\pm 2} = N \pm 1$, отметим присущее ему противоречие: странность, быть может, ключевую в понимании феномена формы.

Результирующая ($N^{\pm 2}$), полученная сложением двух векторов, из которых один постоянен и принят за модуль (±1), а второй (N) связан с результирующей прямо либо обратно пропорциональной квадратичной связью, описывает формы, тождественные родоначальным формам живой природы. Индикатрисы Ин3, Ин5, Ин8 воспроизводят формы яиц многих видов птиц, Ин4, Ин6, Ин7 – морских раковин, Ин10 – форму яблока, Ин11 – форму мозгового отдела черепа (см. рис. 56–120). Чтобы получить пространственные формы, мы придали векторам $\bar{M} = 1$ и $\bar{N}$ (а следовательно, и результирующей) значение линейных векторов экспансии, векторов-расстояний, существование которых подразумевает действие силы экспансии и силы поля Земли. Итак, считать, что мы имеем дело с векторами пространства, а не силами, нас заставило то соображение, что результат векторного сложения – форма, т.е. категория пространства. Ну, а если б мы рассматривали действие векторов-сил: силы экспансии A и силы влияния поля Земли $M = \pm 1$, что было бы в результате их векторного сложения? Чтобы понять это, рассмотрим совместно оба уравнения: 1) $\bar{R} = \bar{A} + \bar{M}$ (сложение векторов-расстояний) и 2) $\bar{\mathbf{R}} = \bar{\mathbf{A}} + \bar{\mathbf{M}}$ (сложение векторов-сил, которые обозначим жирными литерами).

Мы ранее справедливо приняли $\bar{R} = \bar{A} + \bar{M}$, так как речь шла о векторах-расстояниях, описывающих движение точки. Векторы A и M складываются по правилу векторного сложения. Но при сложении векторов-сил, выражающих один ($\mathbf{A}$) – энергию экспансии жизни, а второй ($\mathbf{M}$) – силу воздействия поля Земли, правило векторного сложения теряет смысл. $\bar{\mathbf{R}} \neq \bar{\mathbf{A}} + \bar{\mathbf{M}}$ по той простой причине, что, хотя гравитация и деформирует пространство объекта, она не создает жизни, и потому результирующая сил формообразования, сил, обусловивших рост, не может включить в себя силу тяготения. Следовательно, в уравнении $\bar{\mathbf{R}} = \bar{\mathbf{A}} + \bar{\mathbf{M}}$ значение вектора $\mathbf{M}$ не учитывается ($|\mathbf{M}| = 0$), откуда $\bar{\mathbf{R}} = \bar{\mathbf{A}}$. Иначе говоря, результирующая сил в элементарном акте формообразования определяется только силой $\bar{\mathbf{A}}$, действующей из точки начала.

Приняв за действительность квадратичную связь сил и расстояний, мы можем теперь сказать, что вектору-силе $|\mathbf{A}|$ отвечает вектор-расстояние $|A|^{\pm 2}$, т.е. что $|R| = |A|^{\pm 2}$.

Нетрудно видеть, что правые части уравнений $R = A^{\pm 2}$ и $R = A \pm 1$ дают в совокупности наше уравнение элементарной формы в том случае, если допустить, что в элементарном акте формообразования целое – неделимый объект бытия определяется условием тождества сил и расстояний $|\mathbf{R}| = |R|$, в то время как составляющие векторы (силы и расстояния) взаимосвязаны законом квадратов $|\mathbf{A}| = |A|^{\pm 2}$. Такова странность уравнения элементарных форм. Чтобы выявить ее, мы воспользовались квадратичной связью сил и расстояний, которую формулирует закон всемирного тяготения, но при этом пренебрегли значением массы, которое этот закон учитывает (см. 2.9). Что дало нам право, пренебрегая массой, записать $|\mathbf{A}| = |A|^{\pm 2}$?

Его дает предположение, что явление свободного роста – явление зеркально-симметричное явлению свободного падения, в котором масса не влияет на результат: пушинка и камень движутся в свободном падении с одинаковой скоростью. Как в свободном падении движение направлено к геометрическому центру сосредоточенной в пространстве энергии, так и в явлении свободного роста (формообразование) рост направлен из точки начала, в которой концентрируется энергия. Как свободное падение, так и свободный рост – это движение в пространстве, где нет вещества. Но в случае роста свободное пространство не остается собою, а

превращается в пространство объекта. Потенциал энергии роста, направленной из точки начала, исчерпывается, осуществив программу в акте формообразования. И в силу этого пространство объекта конечно и замкнуто. Конечное и замкнутое пространство экспансии живого объекта и есть его форма.

2.13. Итак, мы построили модель элементарной формы – модель сингулярного пространства экспансии, в котором вектор $\bar{R}$ определяет границы экспансии, а вектор $\bar{A}$ обозначает экспансию из точки начала, складываемую с вектором внешнего поля. Модель представляет одновременно R-пространство, т.е. форму, и A-пространство, т.е. программу экспансии из точки начала. Она развернута на основании единственного постулата: существует взаимосвязанность внешнего поля с энергией формообразования, заключающаяся в том, что результирующая экспансии взаимосвязанна с программой экспансии пропорциональным соотношением. В общей форме можно сказать, что мы руководствовались единственным принципом – принципом равного изменения мерности и представлением о взаимосвязанности явлений.

Из этой общей посылки, не вводя произвольно ни одного числа, мы получили конкретный математический результат: индикатрисы формы, тождественные родоначальным формам природы; мы обнаружили в них присущие формам живой природы числа золотого сечения и иные числа, характерные для природы кристаллов.

Единственное произвольное допущение, принятое нами ранее, состояло в том, что за показатель степени пропорциональности мы приняли число 2, т.е. квадратичную пропорциональную связь, подсказанную физической реальностью бытия – законом всемирного тяготения. Мы можем теперь избавиться и от этого ранее допущенного произвола.

Изучать явление – значит, исследовать не только само это явление, но и его место в цепи явлений, к которым оно принадлежит. Естественным шагом поэтому будет исследование общего случая сингулярных пространств, подчиненных равному изменению мерности. Рассмотрим формообразование в условиях внешнего поля при любых значениях пропорциональности: не частный случай векторного уравнения $\bar{R} = \bar{A} + 1$, когда $|R| = |A|^{\pm 2}$, а общее уравнение сингулярного пространства бытия $\bar{R} = \bar{A} + 1$, когда $|R| = |A|^{\pm n}$, где n приобретает любые значения от 0 до ∞.

Результат представлен на рис. 52. Черными линиями очерчена форма. Это R-пространство, т.е. результат сложения векторов экспансии $\bar{A}$ с вектором поля $|M| = 1$. Красными линиями представлено A-пространство, т.е. программа экспансии из точки начала. Условимся именовать пространство, заданное условием $|R| = |A|^{+n}$, плюс-пространством, а заданное условием $|R| = |A|^{-n}$ – минус-пространством.

Мы наблюдаем пять случаев формообразования.

Случай 1. $n = 0$. R-пространство – сфера, радиус которой задан величиной вектора поля $|R| = |M| = 1$. A-пространство – та же сфера, но смещенная на величину $|M| = 1$ в направлении, противоположном действию $|M|$: точка начала находится на поверхности A-сферы. Образ A-пространства – мыльный пузырь, надуваемый через соломинку. Точка возникновения пузыря – отверстие соломинки – на поверхности сферы. Плюс- и минус-пространство тождественны.

Случай 2. $0 < n < 1$. Рассмотренная выше сфера по мере увеличения числа n трансформируется. R-плюс-пространство растет, смещаясь противоположно действию вектора $\bar{M}$. Нижняя точка приближается к точке начала, стремясь от 1 к пределу $\frac{1}{2}$

Верхняя точка, удаляясь от точки начала, стремится к бесконечности. Оставаясь замкнутым, R-пространство представляет различные трансформации образа "яблоко".

R-минус-пространство так же непрерывно деформируется, стремясь от формы сферической (при $n=0$) к форме симметричного в отношении горизонтальной оси "протояйца" (при $n = 1$). Оно проходит различные фазы симметрии, сохраняя в каждый момент образ яйца. Верхняя точка перемещается ближе к точке начала, стремясь от 1 к пределу 0,618034, нижняя удаляется от 1, стремясь к пределу 1,618034.

Случай 3. При n = 1 A и R-пространство взаимно симметричны в отношении точки начала. R-плюс-пространство размыкается, разворачиваясь в горизонтальный слой толщиной $\cdot \frac{1}{2}$, бесконечно простертый от лежащей на его поверхности точки начала. R-минус-пространство становится симметричным протояйцом с диаметром и вертикальной осью симметрии $\sqrt{5}$. Максимальные и минимальные параметры векторов $\bar{A}$ и $\bar{R}$ лежат в пределах, установленных числами 0 и 2 и числами золотого сечения 0,618 и 1,618.

Случай 4. $1 < n < \infty$. Плюс-минус-пространства проходят те же стадии изменения, что и в случае $0 < n < 1$, но в обратном порядке. Индикатрисы, описанные условием движения от 1 к ∞, зеркально-симметричны индикатрисам, заданным условием движения от 1 к 0.

Случай 5. При $n = \infty$ A и R-плюс-минус-пространства зеркально-симметричны в отношении горизонтальной плоскости, свернуты, каждое в воронку нулевой толщины высотой $\frac{1}{2}$ и диаметром $\sqrt{3}$ с вершиной в точке начала.

2.14. Вернемся к формам, обусловленным законом квадратов. Элементарные формы 1-й группы определяет условие $|A| = 1$. Они представлены на рис. 26 индикатрисами Ин3 – Ин6. При желании легко построить эти (и все последующие) индикатрисы, если составить таблицу возрастающих и убывающих чисел начиная с 1 и записав в смежных колонках соответствующие им величины, их прямые и обратные квадраты (обратный квадрат есть 1, деленная на число, возведенное в квадрат). Мы строили свои таблицы с шагом 0,05; числами, возводимыми в степень, были 1, ±1,05, ±1,1 и т.д.).

Элементарные формы 2-й группы определяет условие $|M| = +1$. Они представлены на рис. 26 индикатрисами Ин7 – Ин11.

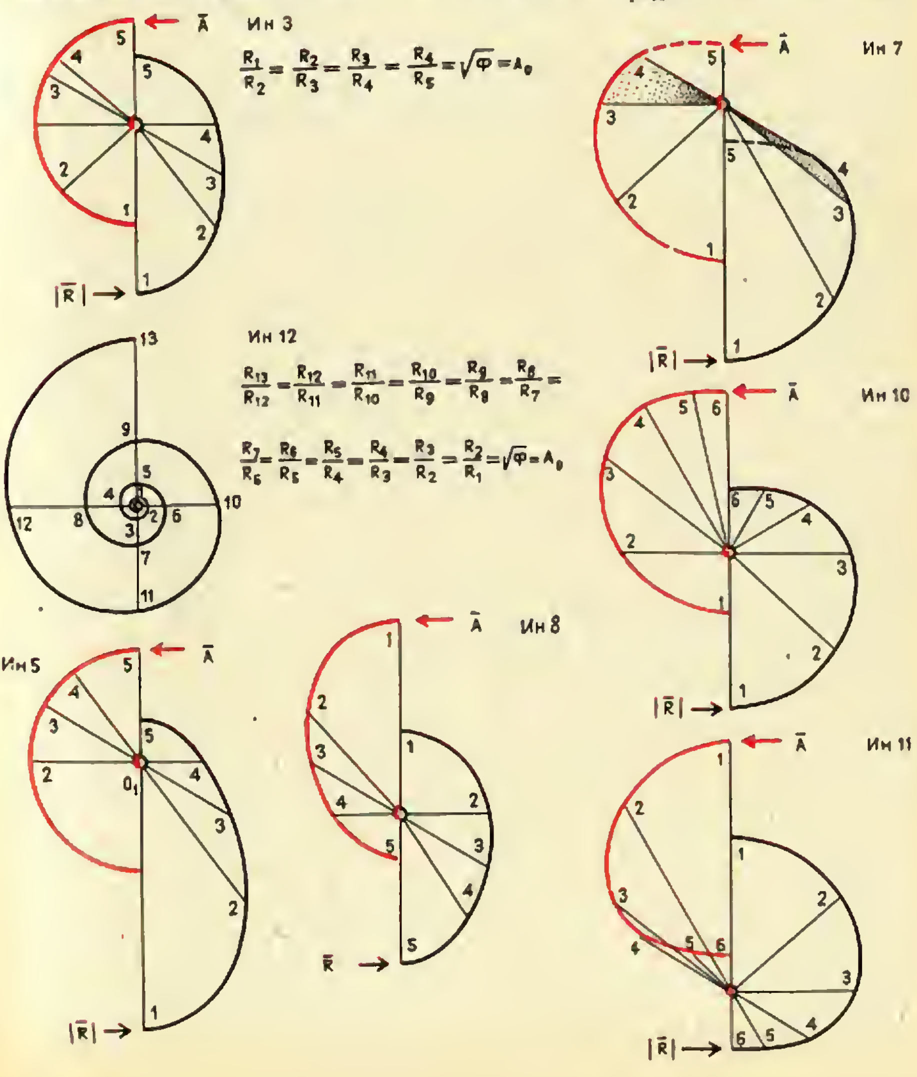
Рассмотрим построение индикатрис 1-й группы Ин3 и Ин5 (рис. 27 и 29). Пусть O_1 – точка начала. Проведем через нее вертикаль – линию, вдоль которой действует вектор $\bar{M}$, имеющий здесь переменные значения. Отложим на вертикали табличное значение $|M|$ вниз от точки начала (если значение $\bar{M}$ положительно "+") или вверх, (если оно имеет знак "–") и получим точку O_0. Из точки O_0 засечкой, равной 1, и из O_1 засечкой, равной $|\bar{R}|$, отвечающей принятому модулю $|\bar{M}|$, в точке пересечения засечек определяем точку контура формы. Найдя достаточное число точек, замкнем их в линию, очертившую форму.

Построение индикатрис 2-й группы технически значительно проще. Вектор $\bar{M}$ здесь стабилен не только по положению, но и по размеру. Поэтому обе точки O_1 и O_0 определяются сразу в начале построения и все засечки осуществляются из них (см. рис. 24).

2.15. Нетрудно заметить, что все индикатрисы, построенные по принципу равного изменения, заданы двумя типами кривых. Одна из них – выпуклая, имеет рисунок яйца. Вторая соединяет в себе и выпуклый, и вогнутый участки и похожа на яблоко или на боб. В тех

27–33 исследуют параметры элементарных форм в характерных направлениях. Слева красной линией показаны индикатрисы, описываемые вектором $\bar{A}$; справа черной линией – индикатрисы, описанные результирующей $\bar{R}$ и представляющие элементарные формы. Симметрия в отношении вертикальной оси позволяет получить представление об этих формах, рассматривая полуиндикатрисы.

Цифрами *1 – 6* обозначены точки, отвечающие экспансии пространства из точки начала в характерных направлениях: по горизонтали и по вертикали, в экстремумах индикатрис и точках сопряжения их кривых и прямых участков. Величины вектора $\bar{A}$ и результирующей $\bar{R}$ принимают в этих случаях значения, выраженные числами ряда золотого сечения, корнями квадратными или корнями из корней квадратных из простых чисел начала натурального ряда: 1, 2, 3, 5, 7, 11 и 13, а также $\frac{1}{2}$. Как известно, одни из этих чисел характерны для описаний пространственной структуры кристаллов, другие – для описаний форм живой природы



случаях, когда константа ±1 лежит на вертикали, представляя внешнее действие (2-я группа), яйцо воспроизводится законом обратных квадратов. Прямые квадраты строят форму, схожую с яблоком или как бы составленную из яблока и конуса, охватывающего его из точки начала. Последняя группа форм осуществляет чертеж раковин типа Pecten.

В тех случаях, когда на вертикали лежит переменная, а 1 описывает сферу из перемещающегося конца вектора $\bar{M}$ (2-я группа), картина меняется на обратную. Теперь прямые квадраты описывают яйцо, а обратные квадраты воспроизводят чертеж, изображающий морские раковины.

2.16. Особое место занимает индикатриса Ин3 1-й группы. Яйцо имеет форму, для которой характерна не только вертикальная ось симметрии, но и горизонтальная плоскость симметрии. Это среди индикатрис, построенных по закону квадратов, — единственный случай. Мы назвали ее "протояйцом". Точно то же очертание можно построить, применив уравнение $\bar{R} = \bar{A} \pm 1$ (2-я группа), но только в том случае, если считать, что величина результирующей R и величина экспансии A — обратные величины (см. 2.13, *случай 3*).

Индикатрисы Ин8 и Ин9 отличаются только положением точки начала. Это яйцо округлой формы, характерное для хищных птиц. Ин5 рисует яйцо вытянутой формы, характерное для утиных. Ин10 воспроизводит очертание яблока, Ин11 — форму ту же, но перевернутую; ею воспроизводится очертание коробки черепа (во фронтальной проекции) и тело позвонка. Ин7 мы назвали Pecten — по виду раковин, которые воспроизводятся этой индикатрисой с большой точностью.

Математическое раскрытие векторного уравнения элементарной формы см. прил. 2.

Числа естественной геометрии. А-ромб и константа равного изменения

2.17. Индикатрисы, очертившие границы пространства экспансии,[1] формы, имеют характерные точки, определяющие рост в главных направлениях. Экспансия вдоль вертикали определяет размер вертикального сечения. Она максимальна вдоль вертикали (в направлении действия вектора поля $\bar{M}$) и минимальна, действуя противоположно вектору $\bar{M}$. Экспансия вдоль горизонтали, под прямым углом к вектору $\bar{M}$, представляет исключительный интерес прежде всего в силу значения этого направления в природе. Зрение человека выделяет именно вертикальное и горизонтальное направления. Понятие соразмерности и пропорции, характеризующее отношение размеров в этих направлениях, возникло как отображение значимости в физической природе прямого угла. К характерным точкам индикатрис кроме вертикального и горизонтального направлений мы относим точки, наиболее отдаленные от плоскости вертикального и горизонтального сечений через точку начала и для индикатрис типа "раковина" — граничные точки конической поверхности с поверхностью двоякой кривизны.

Это точки, по которым конус, построенный из точки начала, обнимает яблоко, рисуя горизонтальную окружность касания диаметром $\sqrt{3}$, и в которых все векторы, их образующие, одинаковы: $|R| = |A| = |M| = 1$ (Ин7, точка 4).

2.18. Элементарным формам, определяемым уравнением $\bar{R} = \bar{A} + \bar{M}$, тождественны формы сложных биоструктур, распространенные в природе. Особенно широко распространены формы, повторяющие индикатрисы Ин7–Ин11, а также Ин5 и Ин12. Величины векторов, определивших характерные точки, — экспансия $|R|$ и

соответствующие значения $|A|$ дают возможность по-новому оценить природу чисел золотого сечения, начало ряда простых чисел и корней квадратных из этих чисел. Они свидетельствуют о родстве и общности РПС кристаллов и живых органических форм. Общим для тех и других структур можно считать исток: число, выражающее принцип равного изменения мерности и прямого угла, — $A_0 = \sqrt{\Phi}$.

2.19. Рассмотрим теперь параметры индикатрис, представляющих элементарные формы Ин3 и Ин12. Общий размер "протояйца" по вертикали $|R|_{min} + |R|_{max} = \sqrt{5}$. Диаметр в горизонтальной плоскости симметрии — $\sqrt{3}$. Диаметр в горизонтальном сечении через точку начала — $2\sqrt{\Phi}$. Если векторы $|R|$, определяющие экспансию в характерных точках, расположить в последовательно убывающий ряд от максимального к минимальному, то смежные векторы связаны числом $A_0 = \sqrt{\Phi}$ (см. рис. 27, Ин3).

Форма "протояйца" симметрична не только в отношении вертикальной оси, но и в отношении горизонтальной плоскости симметрии и этим отличается от остальных индикатрис. Ее своеобразную пару представляет индикатриса Ин12 — логарифмическая спираль. Это непрерывно растущая динамическая кривая, для которой любое, нормальное плоскости спирали сечение, проведенное через точку начала, будь то вертикаль, горизонталь или плоскость, проведенная под любым углом к вертикали, воссоздает неразличимую тождественную картину. Характерной особенностью Ин12 является то, что значения векторов $|R|$ увеличиваются по закону геометрической прогрессии. Поворот вектора на прямой угол увеличивает его в $A_0 = \sqrt{\Phi}$ раз (см. рис. 28, Ин12).

2.20. Ин5 — яйцо удлиненной формы. Его размер по вертикали $|R|_{min} + |R|_{max} = 3$. Наибольшее горизонтальное сечение — окружность диаметром 2. Последовательно уменьшающиеся значения вектора $|R|$ в характерных точках образуют ряд золотого сечения: смежные члены ряда связаны отношением Ф.

2.21. Ин7 — индикатриса Pecten, очерченная кривой "яблоко". Ее отличительная характеристика состоит в том, что точка начала расположена вне замкнутой кривой "яблока". Ее максимальный размер по вертикали $|R|_{max} = \Phi^2$. Горизонтальный размер равен 2,2663816.

Рассмотрим особенности точки 3, которая в индикатрисах типа "яблоко", "череп" расположена в горизонтальной плоскости, проходящей через точку начала. Там экспансия в точку 3 — $|R| tg = A_0 = \sqrt{\Phi}$. Экспансия в точку 3 в Ин7 $|R|_3 = \Phi$ и направлена к $\bar{M}$ не под прямым углом, как в Ин10, а под углом 0,9045 рад= = 51° 49′38″.

Точки 3 и Ин7 замечательны тем, что образуют экватор, разделяющий форму на разные по физико-биологическому значению части — верх и низ. Для точек, лежащих ниже экватора (например, 1 и 2), вектор $\bar{A}$ и результирующая $\bar{R}$ действуют согласованно с $\bar{M}$, имеют одинаковый знак. Для точек, лежащих выше экватора (например, 4 и 5), результирующая $\bar{R}$ и вектор $\bar{A}$ имеют обратные знаки (ср. красные и черные точки 1, 2, затем 4 и 5 на рис. 30). В секторе, очерченном экватором (конус с углом 2α = 103° 39′ 16″ = = 1,809 рад), экспансия пространства происходит в оптимальных условиях, и именно этим углом 2α определена зона роста раковин Pecten, в пределе которой отчетливо выражена геометрическая скульптура раковин, и годичные кольца их, как и радиальные складки, достаточно строго следуют геометрической закономерности (см. рис. 53–57). Угол 1,809 рад определяет внутримолеку-

34. Таблица значений векторов $\bar{A}$ и $\bar{R}$ в характерных точках

Индикатрисы	Векторы	Точки 1	2	3	4	5	6
3	$\lvert A\rvert$	1	1	1	1	1	—
	$\lvert R\rvert$	$\frac{\sqrt{5}+1}{2}$	$\frac{\sqrt{\sqrt{5}+1}}{\sqrt{2}}$	1	$\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\sqrt{5}+1}}$	$\frac{2}{\sqrt{5}+1}$	—
5	$\lvert A\rvert$	1	1	1	1	1	—
	$\lvert R\rvert$	$\frac{1+2+\sqrt{5}}{2}$	$\frac{\sqrt{5}+1}{2}$	1	$\frac{2}{\sqrt{5}+1}$	$\frac{2}{1+2+\sqrt{5}}$	—
7	$\lvert A\rvert$	$\frac{\sqrt{5}+1}{2}$	$\frac{\sqrt{13}+1}{2}$	$\frac{\sqrt{\sqrt{5}+1}}{2}$	1	$\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\sqrt{5}+1}}$	—
	$\lvert R\rvert$	$\frac{1+2+\sqrt{5}}{2}$	$\frac{\sqrt{\sqrt{13}+7}}{2}$	$\frac{\sqrt{5}+1}{2}$	1	$\frac{2}{1+2+\sqrt{5}}$	—
8	$\lvert A\rvert$	1,7549	1,3274	1	0,6823	0,4656	—
	$\lvert R\rvert$	0,7549	0,8688	1	1,2106	1,4656	—
10	$\lvert A\rvert$	$\frac{2}{\sqrt{5}+1}$	$\frac{\sqrt{\sqrt{13}+1}}{\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{5}+1}{2}$	$\sqrt{3}$	$\frac{\sqrt{11}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}+1}{2}$
	$\lvert R\rvert$	$\frac{\sqrt{5}+1}{2}$	$\frac{\sqrt{\sqrt{13}+1}}{\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{\sqrt{5}+1}}{\sqrt{2}}$	1	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\sqrt{5}+1}}$
11	$\lvert R\rvert$	$\frac{1+2+\sqrt{5}}{2}$	$\frac{\sqrt{13}+1}{2}$	$\frac{\sqrt{5}+1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{1+2+\sqrt{5}}$
	$\lvert R\rvert$	$\frac{\sqrt{5}+1}{2}$	$\frac{\sqrt{\sqrt{13}+1}}{\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{\sqrt{5}+1}}{\sqrt{2}}$	1	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{2}{\sqrt{5}+1}$

лярные связи в молекуле воды – размещение двух атомов водорода в отношении атома кислорода. Угол 1,809 рад:2 = 51° 49′ 38″ вместе с прямым углом задает прямоугольник, все три стороны которого последовательно соединены отношением $A_0=\sqrt{\Phi}$ (см. рис. 36).

2.22. Ин10 и Ин11 – "яблоко" и "череп" (см. рис. 31 и 32). Параметры их тождественны. Это одна и та же индикатриса, но развернутая на угол π. Вертикальный размер яблока – $\sqrt{5}$, горизонтальный размер – 2,663816. Окружность горизонтального сечения через точку начала имеет диаметр $2A_0 = 2\sqrt{\Phi}$. Точка 5, максимально удаленная от горизонтальной плоскости точки начала, принадлежит окружности диаметром $\sqrt{7}$:4.

2.23. На рис. 34 и 35 представлены взятые в характерных точках значения $|R|$ и $|A|$ векторных треугольников, строящих элементарные формы. Знакомство с ними позволяет сделать некоторые обобщения: 1) экспансия R в характерных направлениях определяется числами 1, Φ, Φ^2, $A_0=\sqrt{\Phi}$ и обратными им $\frac{1}{\Phi}$, $\frac{1}{\Phi^2}$, $\frac{1}{\sqrt{\Phi}}$, а также числами $\sqrt{3}$, $\frac{1}{\sqrt{2}}$, $\frac{1}{2}\sqrt{11}$, $\frac{1}{2}\sqrt{\sqrt{13}+1}$, $\frac{1}{2}\sqrt{\sqrt{13}-1}$; 2) значения $|A|$, соответствующие экспансии $|R|$, определяются числами ряда золотого сечения Φ, Φ^2, $A_0=\sqrt{\Phi}$ и обратными им $\frac{1}{\Phi}$, $\frac{1}{\Phi^2}$, $\frac{1}{\sqrt{\Phi}}$, а также простыми числами и корнями из простых чисел $\frac{2}{\sqrt{2}}$, $\frac{1}{2}(\sqrt{13}+1)$; 3) поскольку золотое сечение – число Φ есть также $\frac{1}{2}(\sqrt{5}+1)$, а число A_0 есть $\frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{\sqrt{5}+1}$, можно в общем виде заключить: величины векторов формообразования в характерных, отмеченных критическими точками направлениях экспансии определяются корнями квадратными и корнями из корней квадратных из простых чисел начала натурального ряда 1, 2, 3, 5, 7, 11, 13 и делением пополам.

2.24. Посмотрим, как связано с геометрией сферы отношение золотого сечения. Начертим сферу и проведем ее ось – диаметр $AБ$ (рис. 37,1). Найдем на поверхности сферы точку C, удаленную от концов диаметра в отношении золотого сечения ($CБ : CA = \Phi$). Точка C образует вершину прямого угла, поскольку все углы, лежащие на окружности и опирающиеся на диаметр, прямые. Равномерно распределенные по поверхности сферы точки C становятся 12 вершинами правильного 20-гранника – вершинами икосаэдра (рис. 37,3). Грани икосаэдра – равносторонние треугольники, их 20. Все ребра его (их 30) равны AC. Расстояния между вершинами икосаэдра либо равны, либо связаны отношением Φ.

35. Таблица максимальных, минимальных и тангенциальных значений экспансии в основных индикатрисах

Максимальные, минимальные и тангенциальные значения экспансии

Индикатриса	3 протояйцо	5 яйцо	7 раковина	10 яблоко	11 яблоко	8 яйцо	9 яйцо
Адекватная ей форма природы	–	яйцо утиных	раковина Pecten	яблоко	череп	яйцо хищных	–
R_{max}	Φ	Φ^2	Φ^2	Φ	Φ	1,4656	1,7549
R_{min}	$\frac{1}{\Phi}$	$\frac{1}{\Phi^2}$	0	$\frac{1}{\Phi}$	$\frac{1}{\Phi}$	0,7549	0,4565
R_{tg}	$\frac{1}{\sqrt{\Phi}}$	$\frac{1}{\sqrt{\Phi}}$	–	$\sqrt{\Phi}$	$\sqrt{\Phi}$	0,8688	0,6823
Уравнения	$\begin{cases}\bar{R}=\bar{A}\pm1\\ \lvert R\rvert=\frac{1}{\lvert A\rvert}\end{cases}$	$\begin{cases}\bar{R}=1\pm\bar{M}\\ \lvert R\rvert=\lvert M\rvert^2\end{cases}$	$\begin{cases}\bar{R}=\bar{A}\pm1\\ \lvert R\rvert=\lvert A\rvert^2\end{cases}$	$\begin{cases}\bar{R}=\bar{A}-1\\ \lvert R\rvert=\lvert A\rvert^{-2}\end{cases}$	$\begin{cases}\bar{R}=\bar{A}+1\\ \lvert R\rvert=\lvert A\rvert^{-2}\end{cases}$	$\begin{cases}\bar{R}=\bar{A}\pm1\\ R=\frac{1}{\lvert A\rvert^{\pm2}}\end{cases}$	

Расстояние между двумя диаметрально противоположными точками равно $\sqrt{\Phi^2+1}$. Вершины икосаэдра, лежащие во взаимно параллельных плоскостях, образуют два правильных вписанных пятиугольника. Вписав в правильные пятиугольники звездчатые пятиугольники, получим новую цепь отрезков золотого сечения: Φ, $\frac{1}{\Phi}$, $\frac{1}{\Phi^2}$ и т.д. (рис. 38).

Помимо 20-гранника с 12 вершинами в сферу можно вписать 12-гранник с 20 вершинами, вновь получив вписанные пятиугольники с теми же связями Φ. Это додекаэдр, 20 вершин которого есть вершины правильных лежащих в параллельных плоскостях пятиугольников. Отношение длин сторон и всех элементов больших пятиугольников к меньшим есть Φ. Грани додекаэдра – правильные пятиугольники (рис. 39).

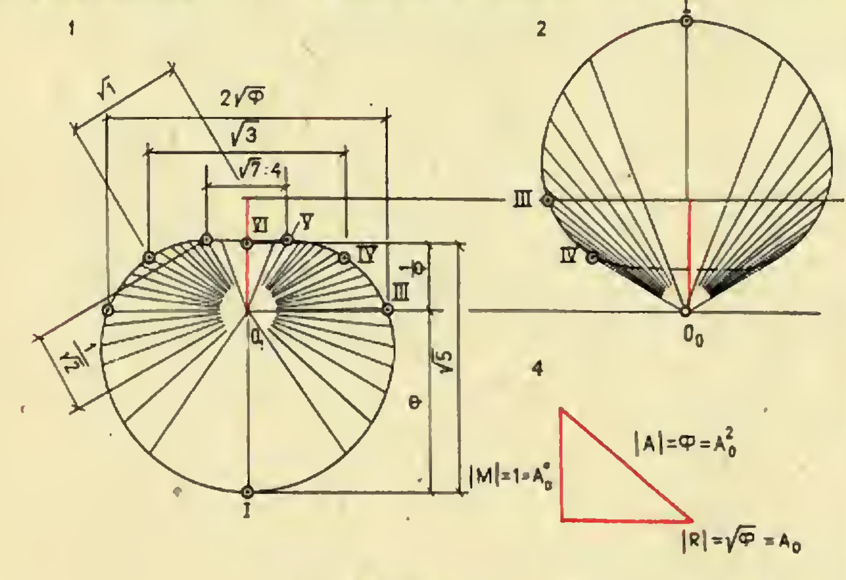
Если окружность делить на 10 равных частей, то сторона правильного десятиугольника относится к радиусу, как 1:Φ, а если вписать звездчатый десятиугольник, то сторона его относится к радиусу, как Φ:1.

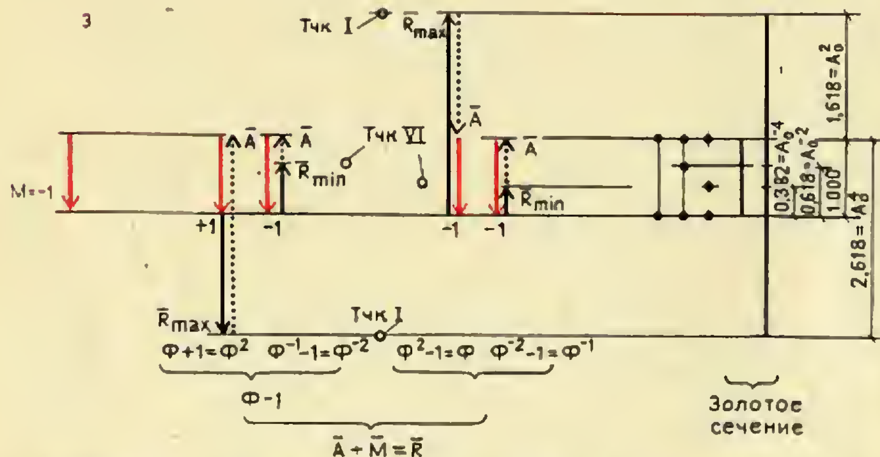
Итак, число Φ имеет место при правильном делении поверхности сферы и при делении окружности на равные части. Число Φ, прямой угол и поворот на угол 60° образуют структуру из равноудаленных точек, принадлежащих поверхности сферы. При этом строится "золотой" треугольник, в котором отношение сторон обнаруживает связь Φ. Если же нас заинтересует, как все стороны этого треугольника связаны между собой, то мы увидим: $a : b$ = 1:1,618; $b : c$ = 1,618: :1,902; $a : c$ = 1:1,902. Здесь не обнаруживается общей закономерности. $a : b$ = = 0,618, $a : c$ = 0,5257, $b : c$ = 0,850.

2.25. В геометрии известна связь прямого угла и золотого сечения. Она основана на равном изменении и представляет для нас исключительный интерес. Эту связь впервые показал, по утверждению М. Гика, В. Прайс, доказавший, что так же, как существует только один прямоугольный треугольник, стороны которого образуют арифметический ряд – египетский треугольник со сторонами 3, 4, 5, существует один, и только один, прямоугольный треугольник, стороны которого образуют геометрическую прогрессию $a : b = b : c$. В этом треугольнике отношение малого катета к гипотенузе есть Φ, а связь, последовательно соединившая малый катет и больший катет, больший катет и гипотенузу $a : b = b : c$, есть $\sqrt{\Phi}$ (рис. 36,3 и 41).

Так же, как египетский треугольник 3, 4, 5 выразил арифметическую прогрессию, равное изменение с модулем +1, определяющим переход

36. *1*, *2*, – индикатрисы Ин10 и Ин7 воспроизводят замечательную математическую кривую, характерные точки которой выражены числами естественной геометрии; *3* – если вектор экспансии действует вдоль вертикали, т.е. $\bar{A}$ и $\bar{M}$ совпадают или противоположны по направлению, векторный треугольник сложен в линию; переменные величины $|A|$ и $|R|$ достигают минимальных и максимальных значений, выраженных числами ряда золотого сечения 0,382–0,618–1–1,618–2,618; *4* – если векторы $\bar{A}$ и $\bar{M}$ взаимодействуют под прямым углом, то величины векторов и результирующей $\bar{R}$ строят ряд $A_0 = \sqrt{\Phi}$. Треугольник A_0 показан красной линией





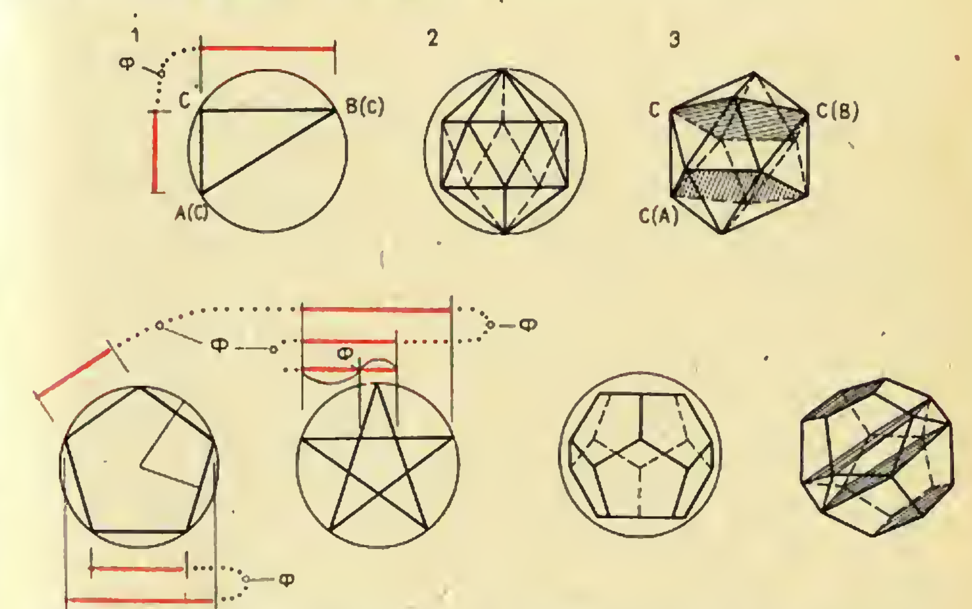
от размера к размеру, так же точно в треугольнике $\sqrt{\Phi}$ принцип равного изменения мерности (в геометрической прогрессии) выражает множитель $\sqrt{\Phi} = A_0$. Назовем треугольник $\sqrt{\Phi}$ А-треугольником.

2.26. Число $A_0 = \sqrt{\Phi} = 1{,}27202$. Построенный на этом отношении ряд

37. Вписанный в сферу правильный 20-гранник с 12 вершинами – икосаэдр *1* – сечение по ребру икосаэдра *AC* показывает, что любая вершина фигуры (*C*) удалена от любой пары диаметрально расположенных вершин (*A* и *B*) на расстояния, связанные отношением Φ (1:1,618); *2* – ортогональный чертеж икосаэдра; *3* – перспективное изображение

38. Правильные пятиугольники, вписанные и звездчатые, обнаруживают отношение золотого сечения

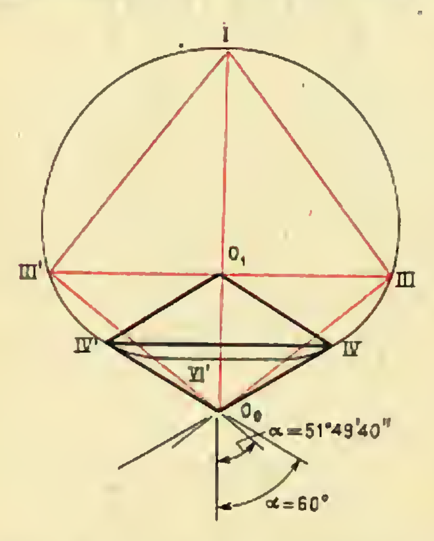
39. Вписанный в сферу правильный 12-гранник с 20 вершинами – додекаэдр. Грани его – правильные пятиугольники. Плоскости сечений, проведенные через его вершины параллельно одной из граней, – правильные пятиугольники, элементы которых соотносятся с аналогичными элементами граней в отношении золотого сечения 1:1,618



чисел 1; 1,272; 1,618 определяет стороны прямоугольного треугольника. Квадраты, построенные на этих сторонах, имеют площади, образующие ряд золотого сечения 1; 1,618; 2,618, для которого справедливо уравнение 2,618 = 1,618+1 или $\Phi^2 = \Phi + 1$. Это уравнение по виду совпало с векторным уравнением элементарной формы.

Разница определяется тем, что уравнение золотого сечения выражает аддитивность ряда – сложение отрезков, в то время как уравнение формы – векторное уравнение и решается на плоскости. Однако сходство оказывается далеко не формальным. Аддитивность линейного ряда Φ 2,618 = 1,618 + 1 также выражает векторный треугольник, в котором все три вектора сложились в одну линию: происходит сложение действия вдоль линии поля *M*. И если не стремиться во что бы то ни стало усматривать в золотом сечении первопричину там, где оно вторично, нетрудно осознать, что главным и общим принципом, на котором сошелся весь круг рассмотренных нами явлений, служит единство равного изменения и прямого угла. Это единство и выражает $A_0 = \sqrt{\Phi}$ – горизонтальный вектор экспансии в индикатрисах формы и константа формообразования, определенного законом прямых квадратов. Четные значения

40. Вписанные в индикатрису Ин10 А-ромб, составленный из треугольников A_0 (см. рис. 36,4), и ромб $\sqrt{3}$. Точка 4 ромба $\sqrt{3}$ определяется случаем, когда все три вектора $\bar{M}$, $\bar{A}$ и $\bar{R}$ равны по величине $|R| = |A| = |M| = 1$. В основании ромба $\sqrt{3}$ угол 60°. В основании ромба $\sqrt{\Phi}$, который мы называем А-ромбом, угол 51°49'40"



ряда A_0 создают ряд золотого сечения

$$A_0 = \sqrt{\Phi} = \frac{1}{2}\sqrt{2}\sqrt{\sqrt{5}+1}.$$

Число содержит в себе дихотомию (деление пополам), пентагональные связи, присущие живым структурам (система $\sqrt{5}$), и $\sqrt{2}$, наблюдаемый в структуре кристаллов. Образно говоря, если полагать золотое сечение орешком, заключившим в себе тайну живой природы, то корень из золотого сечения A_0 — это спрятанное в этом орехе ядро (см. рис. 41).

2.27. Постоянно имея дело с прямыми углами, мы не задумываемся над тем, что это не просто абстракция, удобное универсальное средство организации математического и физического мышления и прием, пригодный в строительной практике, а еще и физическая реальность, ставшая биологической реальностью. Существует симметрия левого и правого, охватывающая едва ли не все объекты природы. Существуют горизонтальные пространства равнин, поверхности рек, озер, океанов — поверхности, нормальные линии действия тяготения. Существуют вертикальные стволы корабельных сосен, стебли злаков и трав. Зрительные поля сетчатки глаза включают поля прямоугольной ориентации. Легко читаются горизонтальные линии строк, непреднамеренно фиксируются сознанием самые незначительные отклонения прямых линий от вертикали.

2.28. Наличие прямого угла — непременное условие естественной геометрии. Из прямоугольных треугольников элементарным можно признать такой, который описан наименьшим числом определяющих его условий. А-треугольник отвечает этому требованию. Его конфигурацию в дополнение к прямому углу задает единственное условие — A_0. Эта величина — одновременно мера любой его стороны и закон изменения мерности:

$$A_0^0 \underset{:A_0}{\overset{\times A_0}{\rightleftarrows}} A_0^0 A_0 \underset{:A_0}{\overset{\times A_0}{\rightleftarrows}} A_0^0 A_0 A_0 .$$

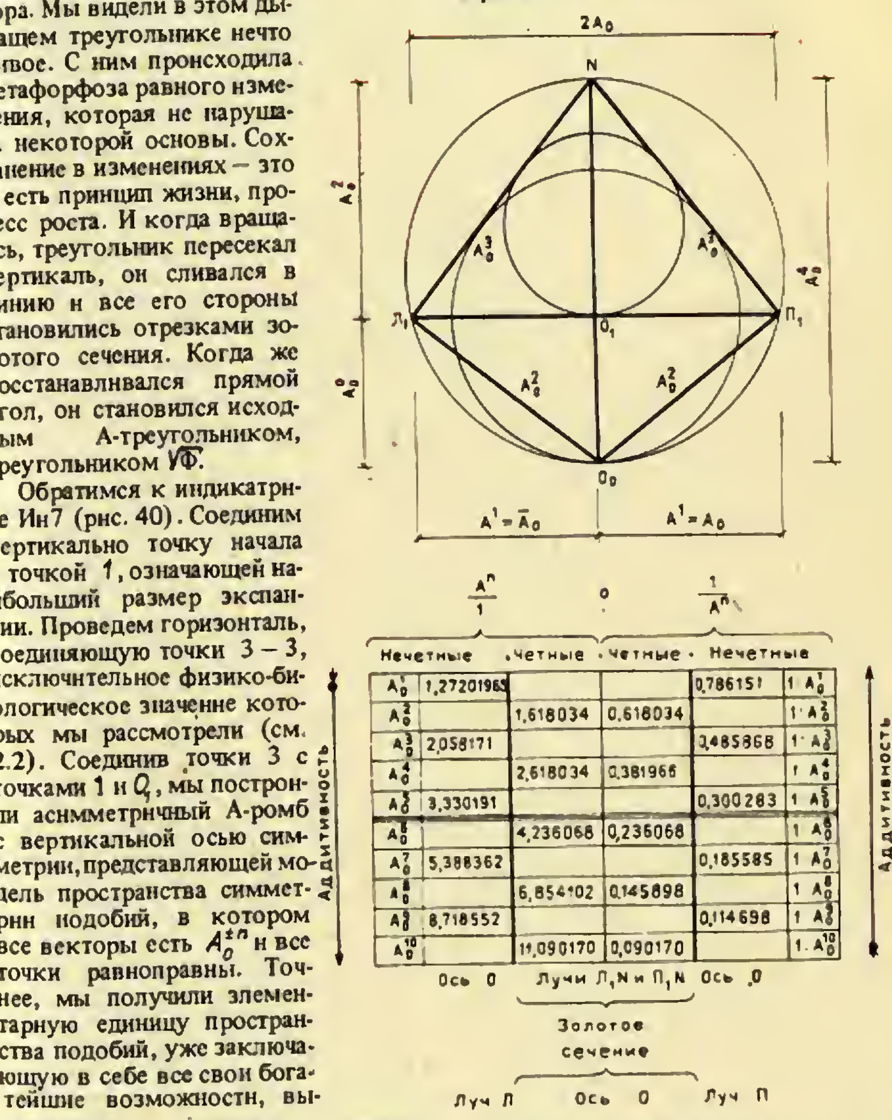
Из этой простоты рождается, как ни парадоксально, обилие поразительных взаимосвязей, не содержащихся в других более сложных организациях, — связи естественной геометрии.

2.29. Строя индикатрисы элементарных форм, мы в геометрическом плане рассматривали вращение векторного треугольника, который непрерывно менял свои параметры, подчиняясь определенной закономерности — закону квадратов. При этом одна его сторона стабильно служила вертикалью, одна его точка (как минимум!) оставалась неподвижна (точка начала); одна его сторона не изменяла размера, две другие менялись взаимосвязанно, и эта связь создавала форму: подчинение одной

стороны другой было делом чисто формального выбора. Мы видели в этом дышащем треугольнике нечто живое. С ним происходила метафорфоза равного изменения, которая не нарушала некоторой основы. Сохранение в изменениях — это и есть принцип жизни, процесс роста. И когда вращаясь, треугольник пересекал вертикаль, он сливался в линию и все его стороны становились отрезками золотого сечения. Когда же восстанавливался прямой угол, он становился исходным А-треугольником, треугольником $\sqrt{\Phi}$.

Обратимся к индикатрисе Ин7 (рис. 40). Соединим вертикально точку начала с точкой 1, означающей наибольший размер экспансии. Проведем горизонталь, соединяющую точки 3 — 3, исключительное физико-биологическое значение которых мы рассмотрели (см. 2.2). Соединив точки 3 с точками 1 и O_0, мы построили асимметричный А-ромб с вертикальной осью симметрии, представляющей модель пространства симметрии подобий, в котором все векторы есть $A_0^{\pm n}$ и все точки равноправны. Точнее, мы получили элементарную единицу пространства подобий, уже заключающую в себе все свои богатейшие возможности, выражающие в конечном — бесконечное. Чтобы раскрыть внутреннее содержание А-ромба, нужно прийти к этой же форме другим, динамичным путем, рассматривая динамику превращений $A_0^0 = 1$ в $A_0^1 = 1{,}27202$ и из A_0 в $A_0^2 = \Phi$.

41. Элементарная единица пространства подобий — А-ромб



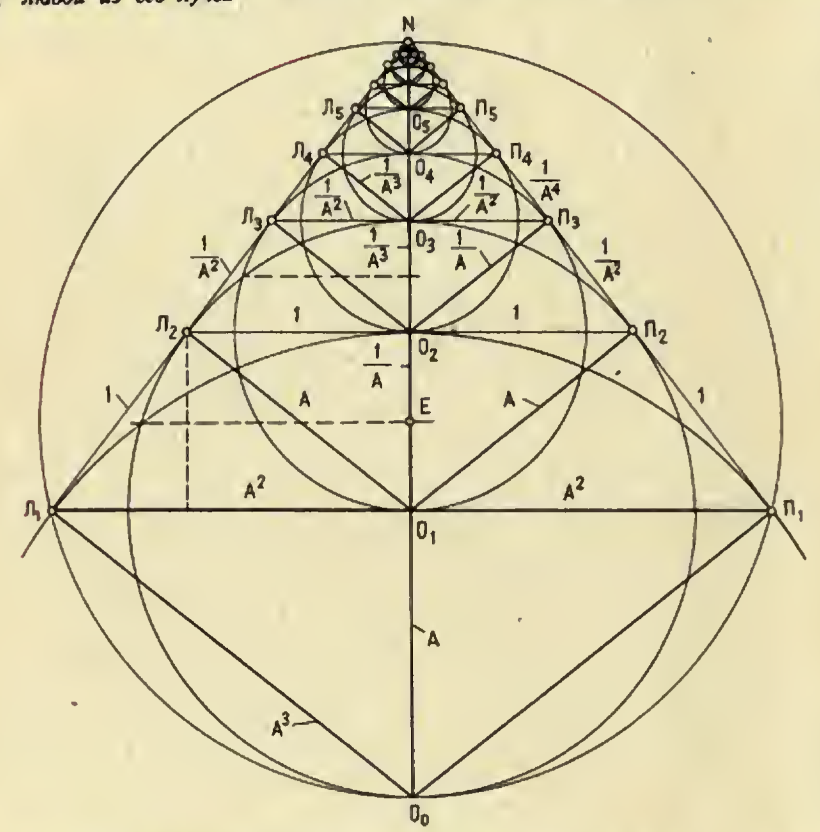
$\frac{A^n}{1}$	Нечетные	Четные	Четные	Нечетные	$\frac{1}{A^n}$
A_0^1	1,27201965			0,786151	$1:A_0^1$
A_0^2		1,618034	0,618034		$1:A_0^2$
A_0^3	2,058171			0,485868	$1:A_0^3$
A_0^4		2,618034	0,381966		$1:A_0^4$
A_0^5	3,330191			0,300283	$1:A_0^5$
A_0^6		4,236068	0,236068		$1:A_0^6$
A_0^7	5,388362			0,185585	$1:A_0^7$
A_0^8		6,854102	0,145898		$1:A_0^8$
A_0^9	8,718552			0,114698	$1:A_0^9$
A_0^{10}		11,090170	0,090170		$1:A_0^{10}$
	Ось 0	Лучи $Л_1N$ и $П_1N$		Ось 0	

Золотое сечение

Луч Л · Ось 0 · Луч П

2.30. Пусть даны вертикаль и горизонталь, пересекающиеся в O_1 (рис. 42). Отметим на вертикали произвольную точку O_2. Через O_2 проведем вторую горизонталь и отложим на ней отрезок $O_2Л_2$, в A_0 раз больший, чем O_1O_2. Тогда $O_1Л_2$ боль-

42. Построение и структура пространства подобий. Все точки равноправны. Векторы замкнуты в единую цепь значений, получаемых умножением на A_0. А-ромб не имеет мерности; любой из его лучей (ЛN, ON, ПN) можно принять за ось симметрии; любую часть его – нижнюю, левую или правую можно отбросить и сохранить ромб себе тождественным, дополнив зеркальным отображением сохранной части (левой или правой) и продолжив на любое число звеньев членение в направлении точки N, если отбрасывается нижняя часть.

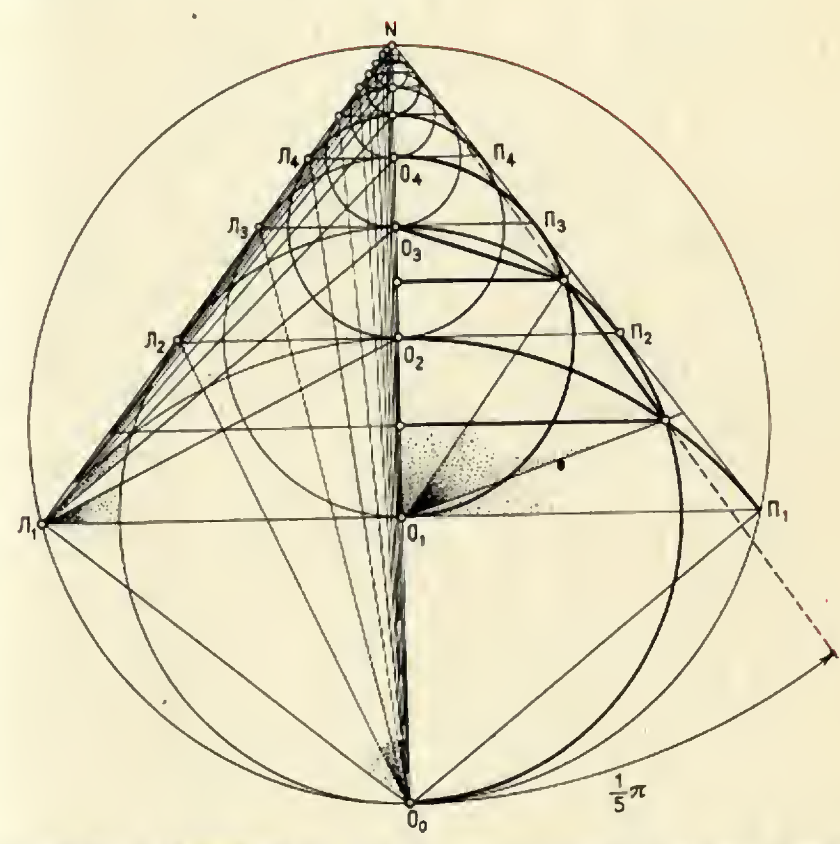


ше, чем O_1O_2, в A_0 раз. $O_1O_2Л_2$ – А-треугольник, гипотенузу которого $O_1Л_2$ мы принимаем за A_0. Вращая отрезок A_0 вокруг точки O_1 (точка начала), очертим круг и получим на вертикальной оси триаду золотого сечения: $O_0O_1 : O_1O_2 = O_1O_2 : O_2O_3 = Ф$. Эту триаду можно продолжить как бесконечную цепь увеличивающихся (вниз) или уменьшающихся (вверх) отрезков, последовательно перенося ножку циркуля в центры O_2, O_3, O_4, O_5 и т.д. или в противоположном направлении – в центры O_{-1}, O_{-2}, Q_3 и т.д.

Радиусы вращения определяются автоматически. При построении убывающего ряда радиусом служит средний отрезок материнской триады; при построении растущего ряда радиусом является материнская триада без меньшего отрезка. Каждое вращение прибавляет цепи одно звено.

Построение вниз, связанное с увеличением радиуса, мы продолжали бы бесконечно, если б скоро не выяснилось, что циркуль, которым мы проводим окружности, мал и потому не пригоден. Мы могли бы до бесконечности строить убы-

43. Показаны дихотомия углов А-ромба (левая сторона) и деление окружности построения на 5 или 10 равных частей (правая сторона)



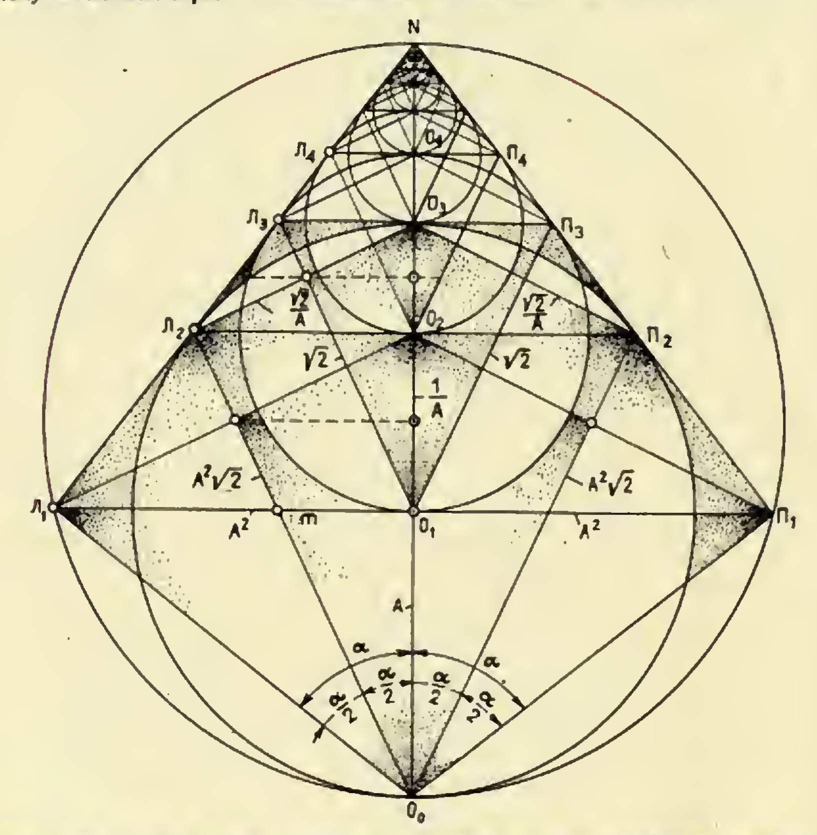
вающий ряд, но выяснятся, что тот же циркуль теперь чудовищно груб, да и остроты зрения не хватает: линии построения слились в одно темное пятно, стягиваясь в точку N – предел, к которому стремится ряд Ф.

Чтобы найти точку N, достаточно, впрочем, всего двух окружностей, центры которых O_1 и O_2. Касательные к ним линии $Л$ (левая) и $П$ (правая) пересекают вертикальную ось в точке N.

2.31. Горизонтали, проведенные через центры построения, – точки O делают их вершинами прямых углов. Прямые, соединяющие точки касания с соответствующими центрами окружностей, – перпендикуляры к касательным строят прямые углы в точках $Л$ и $П$ и завершают построение пространства симметрии подобий – А-ромба, заключающего в конечном бесконечное.

Легко убедиться, что развитие А-ромба расчленением (вверх) и увеличением (вниз) одинаково лишено смысла. Мы можем отбросить любое число нижних звеньев А-ромба, и он останется при этом себе тождест-

44. Дихотомия углов А-ромба вводит в структуру пространства подобий освобожденную связь $\sqrt{2}$, поскольку наклонные отрезки, осуществляющие дихотомию углов α, среднепропорциональны радиусам и диаметрам окружностей, членящих оси симметрии ON, AN, ПN. А так как диаметр – это удвоенный радиус, то их среднее – среднее чисел 1 и 2, т.е $\sqrt{2}$



венным, так как число членений вверх определяется любым (теоретически) желаемым числом. А-ромб не имеет мерности.

2.32. Все точки А-ромба равноправны. Ось симметрии – луч NO – неотличима от касательных лучей NП или NЛ. Все точки O, Л, П тождественны. Потому что так же, как мы отбросили нижнюю часть А-ромба, можно отбросить и его левую или правую часть и, приняв касательную за ось, дополнить оставшийся полуромб до ромба его зеркально-симметричным образом. В этом случае четные значения A_0 станут нечетными и нечетные – четными. Все векторы, создающие решетку пространства симметрии подобий, есть $A_0^{\pm n}$. Любая точка может быть объявлена точкой начала. Любой вектор можно принять за A_0^0 и подчинить ему систему отсчета.

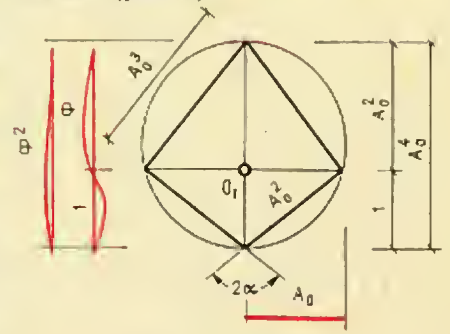
2.33. Основа геометрической структуры А-ромба – деление пополам, т.е. дихотомия. Вертикаль NO рассекла А-ромб на левую и правую половины, на зеркально-отраженные А-треугольники. Все горизонтали разделены пополам осью симметрии, и это банально. Но примечательно, что и ось симметрии в целом, как и каждый ее отрезок, разделена пополам горизонталями, соединяющими точки пересечения окружностей построения (см. рис. 42). Точка E разделила пополам вертикальную ось ромба в целом и одновременно начальный отрезок O_1O_2. Так же разделены пополам все отрезки луча NO. А поскольку лучи NO, NЛ, NП равнозначны, дихотомия пронизывает всю структуру А-ромба.

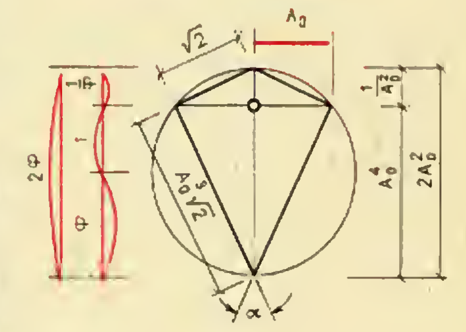
2.34. Пространство симметрии подобий – пространство дихотомии отрезков и дихотомии углов. Рассмотрим любую точку структуры, например O_0 (рис. 43). Соединив прямыми точку O_0 со всеми точками Л, мы построили веер дихотомии угла α: углы α, $\frac{\alpha}{2}$, $\frac{\alpha}{4}$, $\frac{\alpha}{8}$, $\frac{\alpha}{16}$, $\frac{\alpha}{32}$, $\frac{\alpha}{64}$, $\frac{\alpha}{128}$ и т.д. Любая точка А-ромба содержит веер дихотомии углов.

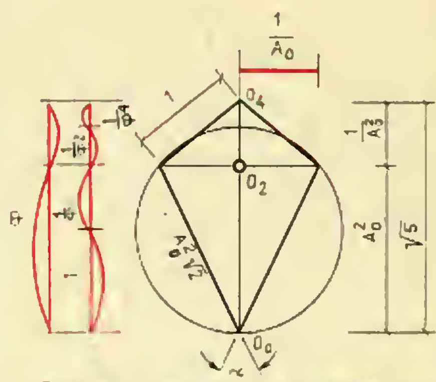
2.35. Дихотомия угла превращает структуру А-ромба, в которой связи золотого сечения обнажены, а отношения $\sqrt{2}$ не явны (они входят в значение A_0, см. 2.26) – в структуру, где связи $\sqrt{2}$ выявлены (рис. 44 и 46). Расстояние между точками пространства симметрии подобий в направлениях, делящих углы α пополам, определяются числами ряда золотого сечения с коэффициентом $\sqrt{2}$. Проведя эти линии дихотомии, мы превращаем чертеж А-ромба в чертеж, образованный стыкующимися и перекрывающими друг друга левые и правые части Б-ромбами (рис. 44). И в самом деле. Линии, направленные в вершину А-ромба (лучи N), расчленены на отрезки золотого сечения. Линии, осуществляющие дихотомию углов, среднепропорциональны радиусам и диаметрам окружностей, членящих лучи N в золотом отношении: являясь средним между радиусом (1) и диаметром (2), они равны $\sqrt{1 \times 2} = \sqrt{2}$.

2.36. Рис. 45–47 позволяют наблюдать эти взаимосвязи раздельно.

45–47. Показана связь числа A_0 с Ф, $\sqrt{2}$ и $\sqrt{5}$, которые демонстрируют себя при членении оси симметрии А-ромба на 2 (рис. 45), на 3 (рис. 46) звена ряда Ф и в случае прибавления четвертого звена этого ряда (рис. 47)

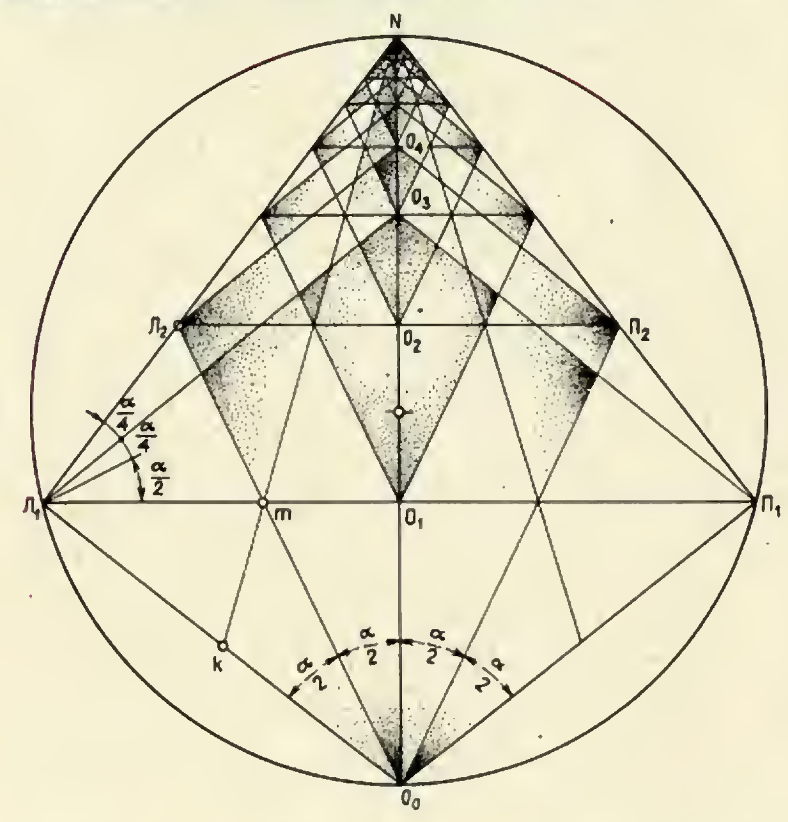






Случай I (рис. 46). Исходный ромб вписан в окружность, диаметр которой разделен на два отрезка, связанные отношением Ф. Точка деления O_1 – центр ромба. Угол основания 2α. Приравняв диаметр к числу A_0^4 (вертикальная ось

48. Связи золотого сечения, $\sqrt{5}$ и дихотомии в А-ромбе. Прямая $O_0 Л_2$, осуществив дихотомию угла $Л_1 O_0 N$, разделила полудиагональ ромба $Л_1 O_1$ и самое себя точкой m в золотом сечении, и в этой же точке разделены в отношении $1 : \sqrt{5}$ диагональ $Л_1 П_1$ и угол $Л_1 NO$



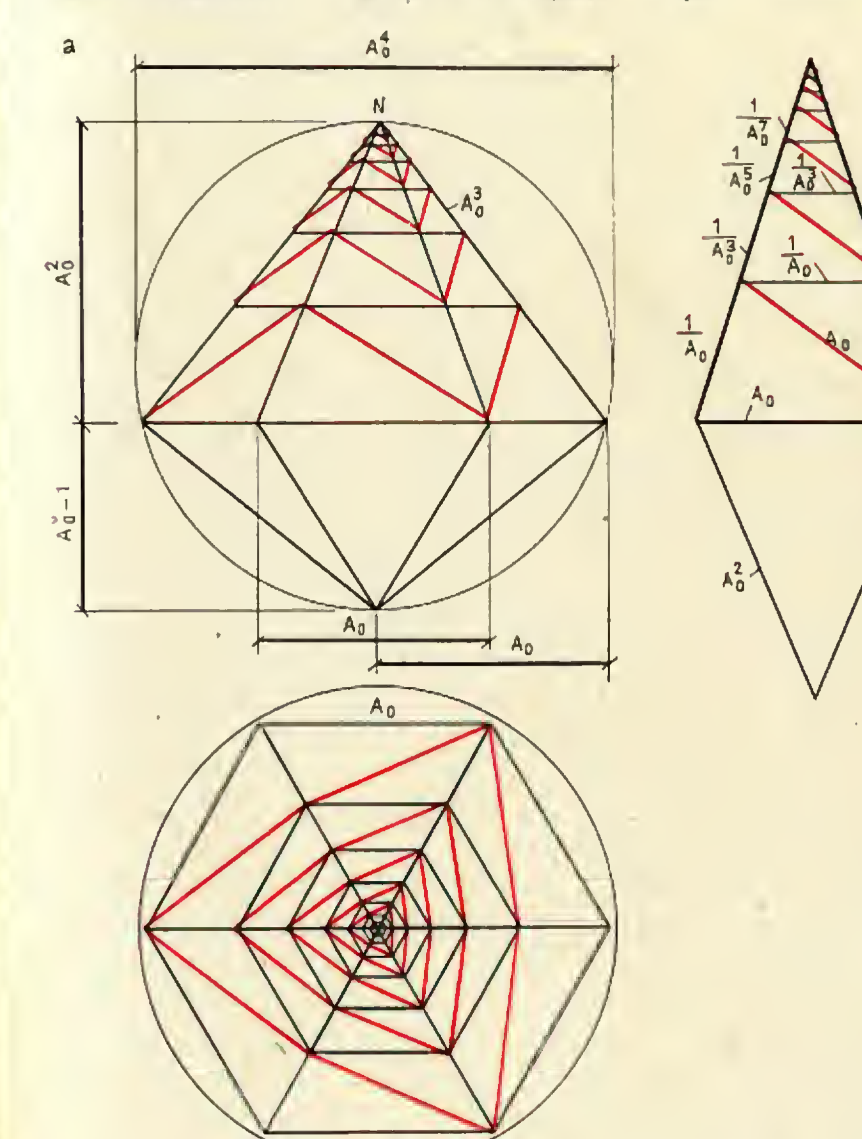
ромба), находим, что горизонтальная ось равна $2A_0$, а стороны – A_0^3 и A_0^2. Все элементы ромба суть A_0^n (n – целые числа).

Случай 2 (рис. 47). Представим ту же окружность, но диаметр ее разделим на триаду Ф. Теперь вторая точка деления O_2 – центр Б-ромба. Его построение равнозначно делению угла α пополам. Приняв радиус за A_0^2, находим: горизонтальная диагональ ромба $2A_0$, вертикальная диагональ $2A_0^2$, стороны $\sqrt{2}$ и $A_0^3\sqrt{2}$.

Случай 3 (рис. 47). Повторим построение случая 2, но дополним диаметр исходной окружности четвертым членом ряда Ф и найдем точку O_4 – вершину В-ромба. Приняв нижнюю ветвь креста ($O_0 O_2$) равной A_0^2, находим: горизонтальные ветви креста есть $\frac{1}{A_0}$, верхняя ветвь $\frac{1}{A_0^2}$, высота В-ромба равна $\sqrt{5}$, а стороны – 1 и $A_0\sqrt{2}$.

Рис. 48 показывает построение В-ромбов в пространстве А-ромба с использованием повторной дихотомии угла α. Прямая $O_0 Л_2$, осуществившая дихотомию α, делится сама и делит сторону ромба в отношении Ф ($O_0 m : m Л_2 = N Л_2 : Л_1 Л_2 = Ф$), делит в том же отношении горизонтальную полудиагональ ($Л_1 m : m O_1 = Ф$), а точка пересечения m делит в отношении $1 : \sqrt{5}$ и горизонтальную ось ромба, и угол в вершине N ($Л_1 m : m П_1 = 1 : \sqrt{5}$; $\angle KNO_0 : \angle Л_1 NO_0 = 1 : \sqrt{5}$).

49. А-ромбовидное тело – 12-гранник с 8 вершинами. Фасад, план и развертка верхней и нижней граней. Сечение по А-ромбоиду – А-ромб

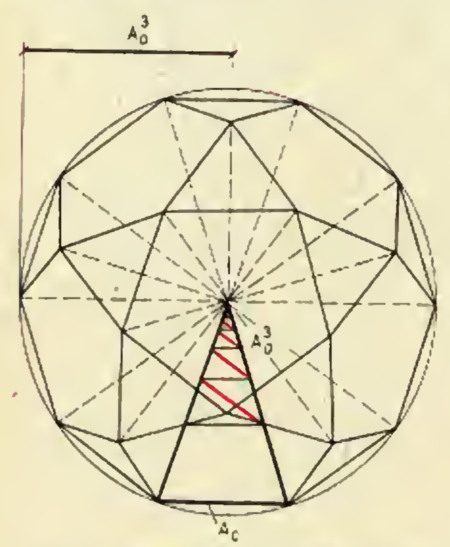


Точки пересечения окружностей построения, создавшие горизонтали дихотомии, есть в то же время точки деления окружностей на 5 и 10 частей (см. рис. 47, правый).

2.37. Рассмотрим несколько пространственных структур, основанных на векторах A_0 и $A_0^2 = Ф$.

Представим вписанный в сферу 12-гранник с 8 вершинами, составленный из двух разновысоких пирамид, сечение ко-

50. Триаконтогон – 30-гранник с 60 ребрами. Состоит из 12 правильных пятиугольников и 20 равносторонних треугольников



торого по вертикали – А-ромб, а сечение по горизонтали – правильный шестигранник (рис. 49). Все его ребра – A_0^n: ребра основания A_0, диаметр сферы A_0^4, радиус сферы $\frac{A_0^6}{A_0^6 - 1}$, ребра, идущие к вершине N, $-A_0^3$, ребра, идущие к вершине O_0, – A_0^2. Развертка грани представит чертеж, все линии которого Φ^n

На рис. 49, *а* показан додекаэдр, вписанный в сферу. Если ребро додекаэдра считать за A_0, то диаметр сферы есть

$$A_0 + \sqrt{A_0^{14} + A_0^6 + 1}.$$

На рис. 50 показан триаконтогон – 32-гранник, имеющий 60 ребер и составленный из 12 правильных пятиугольников и 20 правильных (равносторонних) треугольников. В каждой из 30 его вершин сомкнуто по четыре грани и сходится по четыре ребра. Если ребро триаконтагона есть A_0, то радиус сферы равен A_0^5. Таким образом, треугольник, секущий триаконтагон по ребру через центр сферы, есть чертеж грани рассмотренного в случае 1 А-ромбического 12-гранника, вписанного в сферу (см. рис. 49).

2.38. Явления природы симметричны. Подводя итог геометрическому рассмотрению элементарных форм и А-ромба, можно представить себе формообразование, построенное на прямых и обратных квадратах в виде объединяющей абстракции, как единство двух пар взаимопроникающих структур, имеющих одну точку начала. Одна пара строится на консонансе (красная пара) и вторая – на противоположности (черная пара). Изобразим эти две пары разъединенно, чтобы ясно видеть, как противоположно установленная взаимозависимость $|\bar{R}|$ и $|\bar{A}|$ формирует тот же геометрический образ. Общая точка – точка начала O_1 позволит легко эти пары соединить (рис. 51).

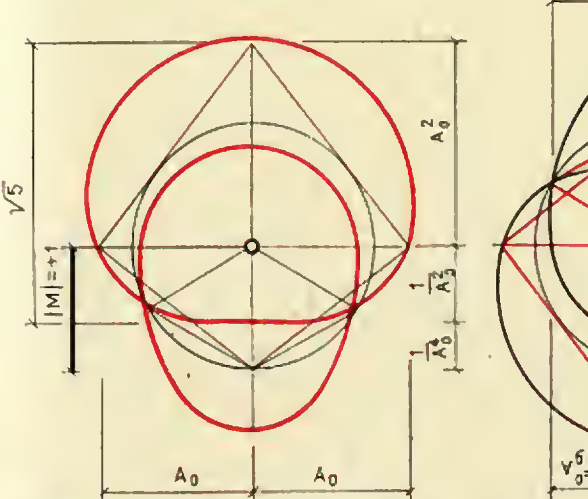
Красную пару представляют индикатрисы, в уравнении которых вектор $\bar{M}$ положителен ($|M| = 1$). Элементарные формы Ин11 (прямые квадраты) и Ин8 (обратные квадраты) осуществлены в консонансе, т.е общим для них условием: экспансия $|A|$ равна прямому (Ин11) или обратному (Ин8) квадрату результирующей $|R|$. Эти элементарные формы – "черсп" и "яйцо" (рис. 51, *1*).

Черная пара развернута зеркально-симметрично красной. Здесь вектор $\bar{M}$ отрицателен ($|M| = -1$). Элементарные формы Ин10 (прямые квадраты) и Ин8 (обратные квадраты) осуществлены прямо,противоположным принципом связи между результирующей R и экспансией роста A. Экспансия роста $|A|$ равна прямому квадрату результирующей $|R|$ для Ин10 ($|A| = |R|^2$), и, напротив, результирующая $|R|$ равна обратному квадрату экспансии роста $|A|$ для Ин8 $\left(|R| = \frac{1}{|A|^2}\right)$. Эти формы – "яблоко" и "яйцо" (рис. 5, 2).

Формы в природе

2.39. Книга Бытия начинается величественным стихом: "В начале Бог сотворил небо и землю, земля же была безвидна и пуста, и тьма над бездною, и Дух Божий носился над водою". В изображенной здесь картине преджизни вода существует. Она, – так думали древние, – основа жизни, ибо без нее все живое гибнет. Ведические гимны древних индусов рассказывают о плавающем в водах первобытного Хаоса Мировом яйце, из которого выходит Вишвакарман – перворожденный Вселенной,

51. Образ совмещенного сингулярного плюс-минус-пространства, заданного уравнением $\bar{R} = \bar{A} \pm 1$ при $|R| = |A|^{\pm 2}$



творец и создатель мира. В философии древних греков вода – это тот первичный хаос, из которого созданы формы бытия. И Геродот указывает, что эти представления древние греки заимствовали у египтян. "Жрецы же их говорили мне, что все живое произошло из воды".

По свидетельству современной науки, молекулы воды образуются на поверхности Солнца при температуре 6000 °С; пары воды обнаружены в межзвездном пространстве, в компактных областях, где только начинают формироваться звезды и планетные системы; любая живая клетка в значительной мере состоит из воды и внутриутробное развитие живородящих происходит в водной среде.

2.40. Молекула воды H_2O – элементарная единица преджизни. С ней связано все живое. Структура этой молекулы выражена в геометрии А-ромба. И действительно, если в основание А-ромба в точку O_0 поместить атом кислорода 0, то в прямоугольных вершинах А-ромба в точках *3* расположатся атомы водорода Н: угол в основании ромба 2α = = 1,809 рад = 103° 39′ 16″, т.е. практически 104° – углу внутримолекулярных связей в молекуле воды.

Если расстояние между атомами кислорода и водорода принять за 1, то отношение диагоналей А-ромба (полугоризонтали к вертикали), совмещенного с молекулой, определяется обратно квадратичной пропорциональной зависимостью, т.е. так же, как ею связаны силы взаимодействия атомов и расстояния между ними (рис. 52).

2.41. Форма индикатрисы Ин7 воспроизведена одной из весьма распространенных и древних форм жизни моря – раковиной Pecten (гребешок), которая восходит ко второй половине силлура, т.е. насчитывает без малого 400 миллионов лет. Это плоская раковина, потому что мощная мышца молюска, сжимаю-

52. Образы сингулярных плюс-минус-пространства, заданных уравнением $\bar R = \bar A + 1$ при $|R| = |A|^{\pm n}$ $(0 \leq n < \infty)$. (При $\bar R = \bar A - 1$ индикатрисы I–У преобразуются в зеркально-симметричные в отношении горизонтальной плоскости, проходящей через точку начала.) Черные линии описывают R-пространство (форму). Красные линии описывают A-пространство (программу экспансии)

$\bar R = \bar A + 1$

	$|\bar R| = |\bar A|^{+n}$	$|\bar R| = |\bar A|^{-n}$
I	$n=0$; $|R|=1$; $0<|A|<2$	$n=0$; $|R|=1$; $0<|A|<2$
II	$0<n<1$; $1<|R|_{max}<\infty$; $\frac{1}{2}<|R|_{min}<1$; $2<|A|_{max}<\infty$; $0<|A|_{min}<\frac{1}{2}$	$0<n<1$; $1<|R|_{max}<1{,}618$; $0{,}618<|R|_{min}<1$; $1{,}618<|A|_{max}<2$; $0<|A|_{min}<0{,}618$
III	$n=1$; $\frac{1}{2}<|R|<\infty$; $\frac{1}{2}<|A|<\infty$	$n=1$; $|R|_{max}=1{,}618$; $|R|_{min}=0{,}618$; $|A|_{max}=1{,}618$; $|A|_{min}=0{,}618$
IV	$1<n<\infty$; $1<|R|_{max}<\infty$; $\frac{1}{2}<|R|_{min}<1$; $2<|A|_{max}<\infty$; $0<|A|_{min}<\frac{1}{2}$	$1<n<\infty$; $1<|R|_{max}<1{,}618$; $0{,}618<|R|_{min}<1$; $1{,}618<|A|_{max}<2$; $0<|A|_{min}<0{,}618$
V	$n=\infty$; $|R|=1$; $|A|=1$	$n=\infty$; $|R|=1$; $|A|=1$

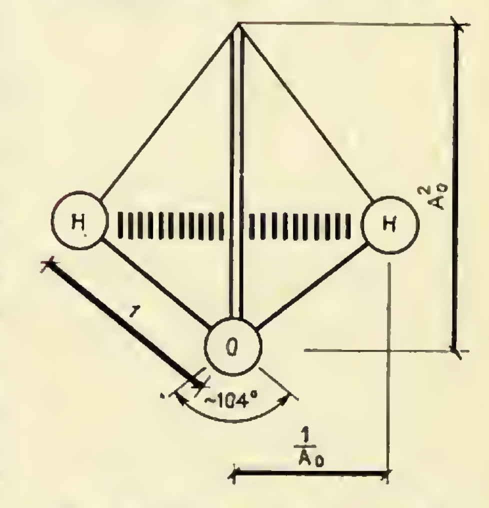
щая створки раковины, могла ограничить возможности роста в поперечном направлении. Точкой начала роста раковины служит ее макушка. Если макушку поместить в вершину A-ромба, то расходящиеся из точки начала гребни скульптуры раковины совпадают с направлением результирующих $\bar R$, а очертания раковины, как и годичные ее кольца, повторяют кривую индикатрисы Ин7 — "яблоко" в пределе точек 3–3 (рис. 54–58).

2.42. Если вращать A-полуромб вокруг центра (точка пересечения диагоналей), равномерно его растягивая так, чтобы при повороте на прямой угол расстояние от центра до вершин увеличивалось в A_0 раз, прочерченный вершинами след нарисует равноугольную логарифмическую спираль, показанную на индикатрисе Ин12. И существует морская раковина, воспроизводящая эту логарифмическую кривую с поразительной точностью. Это ботик, или Nautilus, — своеобразные живые часы природы. Ибо время не что иное, как изменение материальной структуры пространства, и Nautilus строит это изменение в строгом ритме, отсчитываемом естественными константами: ритмом прямого угла и константой A_0. Результирующая $|R|$ для любой точки спирали определяется A_0, пройденным углом и числом π.

$$|R| = A_0 e^{\alpha \frac{2 \ln A_0}{\pi}}.$$

2.43. Угол α, определивший внутримолекулярные связи в молекуле воды и рост раковины Pecten, характерен и для земных растений. На рис. 59 показан молодой лист клена, с которым совмещен чертеж A-ромба. Среди кленовых листьев часто находятся листья с нерватурой, расходящейся под углом α. Прожилки листа направлены из узлов разветвления вдоль линий A-ромба.

53. Угол $2\alpha = 1{,}809$ рад $= 103°39'$ — угол внутримолекулярных связей атомов водорода и кислорода в молекуле воды. Считая расстояние между атомами водорода и кислорода за 1, находим, что отношение диагоналей A-ромба (полугоризонтали к вертикали) соответствует отношению сил взаимодействия между атомами к расстоянию между ними



2.44. Итак, индикатрисы, построенные по закону прямых квадратов, имеют в основе кривую "яблоко". Если разрезать по вертикали через центр завязи яблоко типичной правильной формы, то нетрудно убедиться, что не только контур яблока достаточно близко повторяет индикатрису Ин10, но и центр завязи совпадает с центром индикатрисы. Живое яблоко и в самом деле имеет точкой начала возникновения центр завязи, хотя и растет за счет деления клеток обнимающего завязь цветоложа. Сюда, в центр завязи, по черенку поступают от корней и листьев вода, растворенные в ней минеральные соли, продукты фотосинтеза, т.е. биологическая энергия роста.

Отклонения формы живого плода от геометрической кривой Ин10 лишь подтверждают справедливость

54–58. Индикатриса Ин7 воспроизведена одной из древнейших форм жизни моря – раковиной Pecten

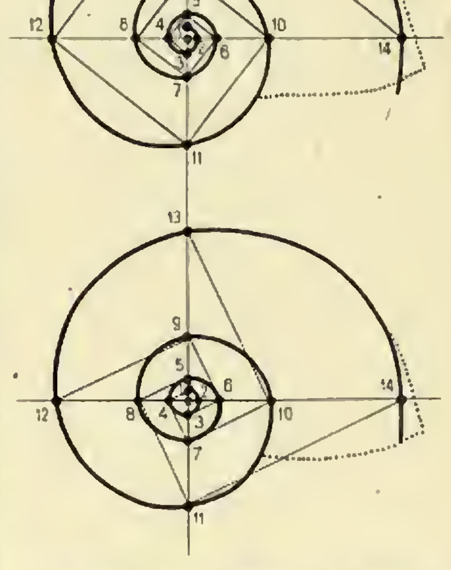
54 | 57 | 59 | 59_2
56 | 58

103°39'20"

59. 1 – Nautilus – морская раковина, воспроизводящая индикатрису Ин12; 2 – ритм роста раковины выражают естественные константы – прямой угол и A_0. Поворот спирали на прямой угол удаляет граничную точку экспансии от точки начала в A_0 раз. Для любой точки спирали $|R| = A_0 e^{\alpha \frac{2 \ln A_0}{\pi}}$

закономерности. Они возникают там, где присутствует действие сил, не учитываемых уравнением элементарной формы. Асимметрия в отношении вертикальной оси вызвана действием света, который не только образует энергию роста, участвуя в фотосинтезе, но и влияет извне. Считается, что под действием света фитогормоны изменяют структуру путей, проводящих питание, и плод растет активнее в сторону света и медленнее – в тень.

Внутрь яблока смещены расположенные на его вертикальной оси верхняя и нижняя точки. Верхняя точка так и осталась в точке завязи по той причине, что пространства для роста вверх просто не существует. Оно занято черенком, на котором висит яблоко. Нижняя точка смещена внутрь яблока потому, что здесь расположен остаток чашечки и жесткая соединительная

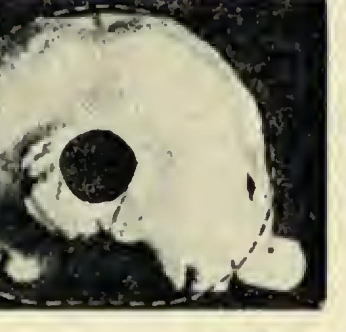


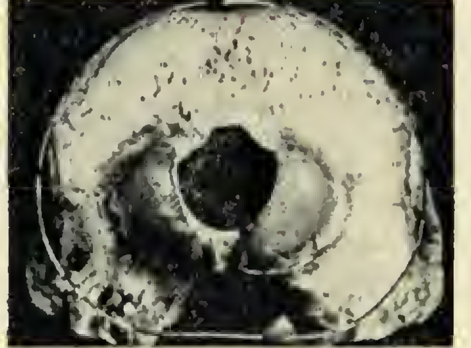
ткань между завязью и чашечкой тормозит развитие формы вниз по вертикали. (Она обладает другой

66–92. Формы черепов позвоночных крайне разнообразны. И в то же время фронтальные проекции мозгового отдела черепа самых различных видов животных и птиц довольно точно воспроизводят одну и ту же кривую — индикатрису Ин11, т.е. перевернутое яблоко. На рисунках представлены черепа следующих животных и птиц: дельфина Адамса (66, 67), дельфина-белобочки (68–70), пеликана (71, 72), свиристели (73, 74), дрофы (75, 76), старика (77, 78), ястребиной совы (79–81), бегемота (82, 83), газели Пильцельна (84, 85), рода волков (86, 87), снежного барса (88, 89), макака тибетского (90, 91), колобуса (92) [коллекция музея] *(стр. 62–66)*

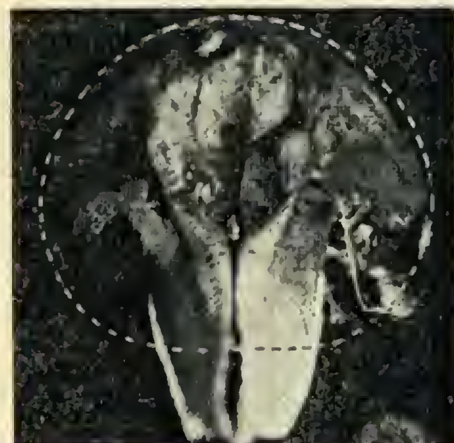
68	66	73	74
69	67	77	75
70	77	78	76
	72		

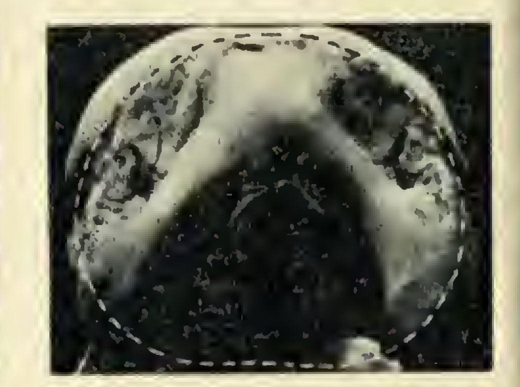


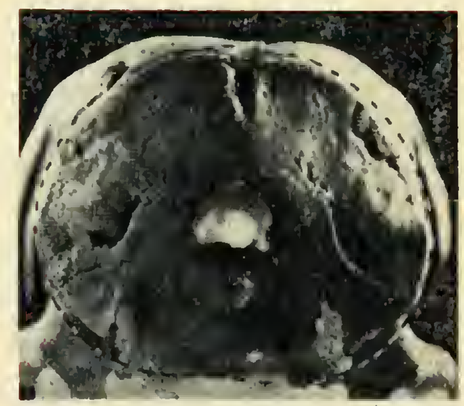




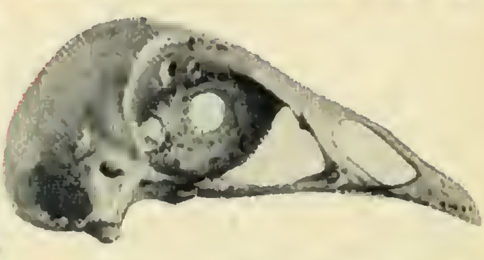


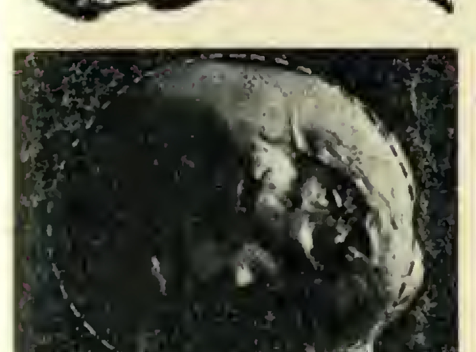




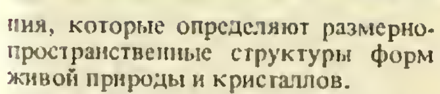


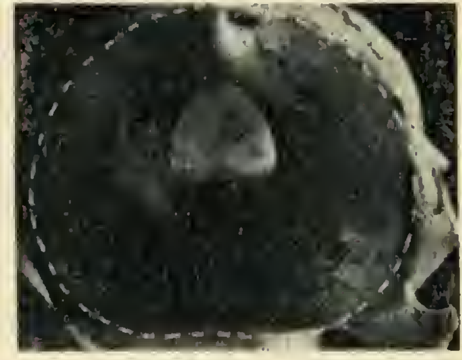












ния, которые определяют размерно-пространственные структуры форм живой природы и кристаллов.

2.47. Примером безграничного разнообразия вариаций формы в направлении передне-задней оси и в то же время примером сохранения реликтовой формы в плоскости поперечного сечения служит мозговой отдел черепа позвоночных, развившийся из переднего позвонка. Фотофиксация, выполненная в очень короткие сроки и без специального отбора в коллекциях палеонтологического музея АН СССР в Ленинграде, представлена в границах, дозволенных объемом книги, на рис. 66–100. Мы видим здесь черепа зверей, птиц и человека. Это черепа дельфина-белобочки, дельфина Адамса, газели, жирафа, горала, волка, лис, снежного барса, бегемота, мандрилы, макаки грубо-

82 | 84 | | 85 | 87
83 | 79 | 80 | 86 | 89
81 | 88

шерстной, макаки тибетской, шимпанзе, черепа птиц — трехпалой чайки, красноголового нырка, дрофы, свиристели, ястребиной совы, черепа Homo Sapiens — человека разумного.

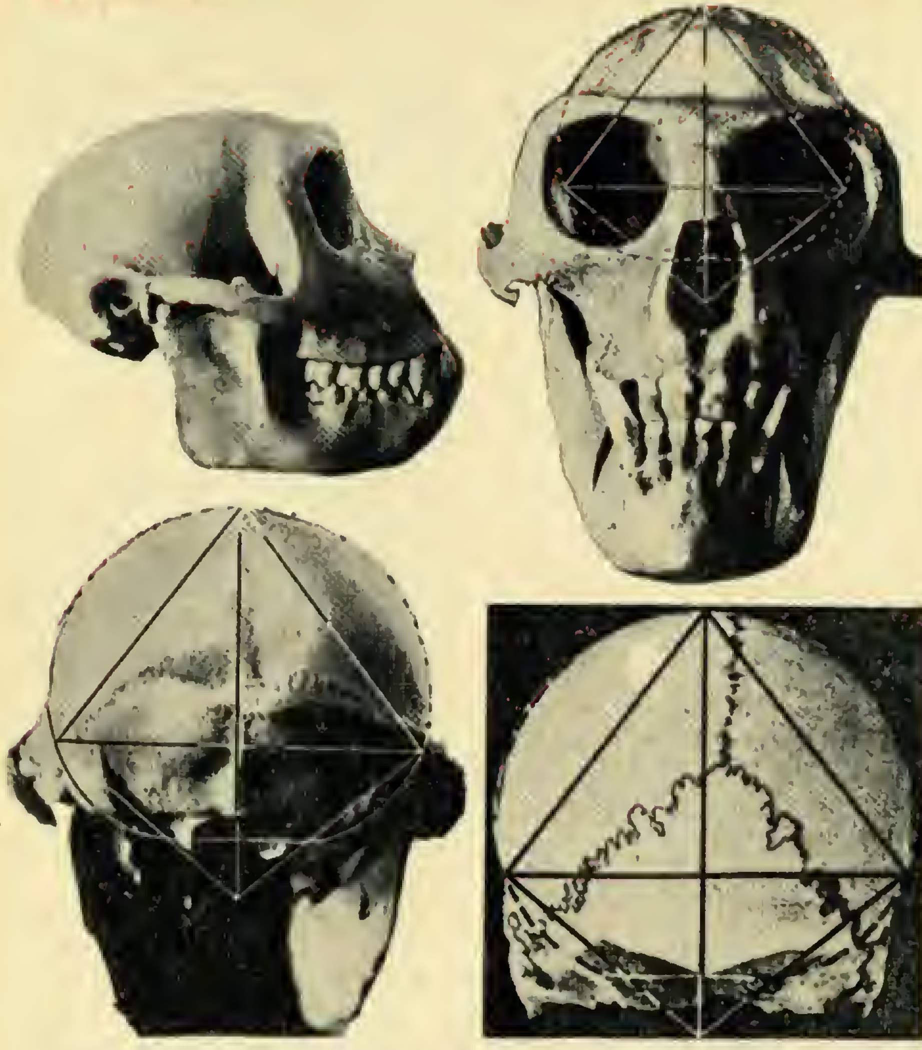
Перед нами поразительное разнообразие форм, приспособленных к самым различным функциям, и гармонически совершенных форм, составляющих контрасты друг к другу, и нам не приходит в голову искать сходство в формах черепа свиристели и бегемота. Между тем фронтальные проекции мозгохранилища и у бегемота, и у свиристели в принципе ясно обнаруживают одну и ту же форму яблока. Они достаточно плотно воспроизводят, как и все остальные приводимые здесь формы, индикатрису Ин11 в пределе точек $3-3$.

2.48. На рис. 93–100 представлены фронтальные проекции черепов человека эпохи палеолита, коротко- и длинноголового шимпанзе и череп великого философа Эммануила Канта, фронтальная проекция которых воспроизводит индикатрису Ин11 в пределе точек $3-3$. Совмещенный с индикатрисой А-ромб, определяющий критические точки роста в вертикальном и горизонтальном направлениях, позволяет отчетливо зафиксировать определенные пропорциональные признаки внутреннего строения. Пространство, очерченное Ин11, у разных видов и разных индивидов распределено по-разному. Те автономные системы мозга, которые получили преимущественное развитие, захватили преимущественные части этого целого пространства (глазное яблоко входит в пространство мозга, так как сетчатка, воспринимающая на низшем уровне зрительные образы внешнего мира, — а она устилает дно глазного яблока — есть мозг, вынесенный на периферию). Для черепа Э. Канта характерно, что пространство мозга тождественно яблоку. Центр индикатрисы (центр А-ромба) расположен в переносице: яблоко в пределе точек $3-3$ описывает лобную часть черепа. У шимпанзе длинноголового в этот же абрис вписаны и лобная часть, и глазницы. Рис. 93–100 выявляют характерное положение центра индикатрисы — точки O_1. Она смещается от переносицы вниз,









в лицевую область тем более, чем к более древним и низкоорганизованным формам мы удаляемся от идеально развитой формы черепа.

2.49. Ознакомимся теперь с формами природы, близко воспроизводящими индикатрисы Ин8 (яйцо округлое) и Ин5 (яйцо вытянутое).

Картина отношения реальных форм природы с индикатрисами типа "яйно" сложнее и менее однозначна, чем случаи, которые нам уже приcелось наблюдать. Формы птичьих яиц и яиц пресмыкающихся крайне разнообразны. Среди них нередки формы, приближающиеся к круглым, есть формы вытянутые и резко заостренные. Здесь, следовательно, существовало достаточно причин к таким изменениям. Так, остроконечная форма яиц кайры, гагары и других птиц, гнездящихся на скалах, не дает им откатиться к краю скалы под ударами ветра. Ветер крутит такое яйцо вокруг заостренного конца, как флюгер вокруг мачты. Впрочем,

93–100. Ту же картину рисуют черепа гомоноидов. На рисунках представлены: череп современного человека в затылочной норме (93); женский череп из Большой пещеры Офнет, поздний палеолит (94); череп, относящийся к брахицефальной расе Фюрфооз, поздний палеолит (95); мужской череп гиперэйрипрозорного типа (96); череп "восточной" расы (97); два черепа взрослых шимпанзе эйрипрозопного (98) и лептопрозопного (99) типов и череп Эммануила Канта (100)

90	92	94	95	
91	93	96	97	
		98	99	100



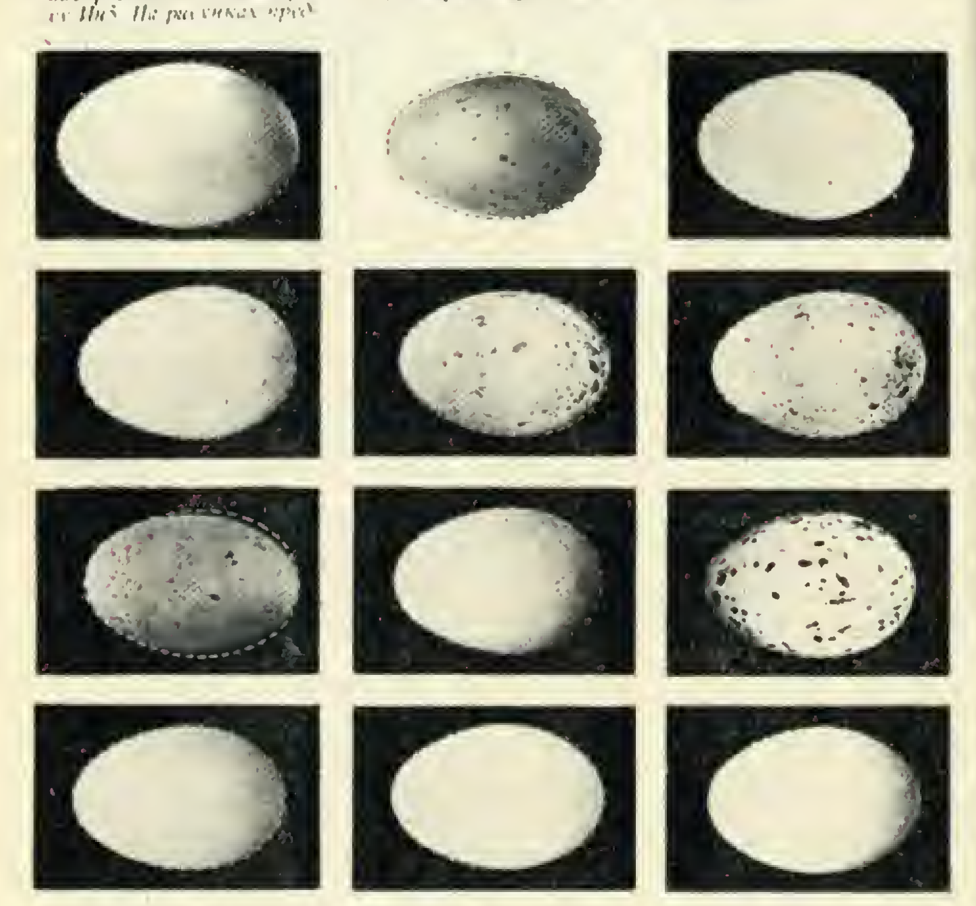
даже в одном помете форма яиц может сильно отличаться.

И все же мы можем сделать вполне конкретное наблюдение. Индикатриса Ин8 очень распространена как характерная форма яиц хищных птиц: степного орла, орла-могильника, балабана, орланов, соколов. Индикатриса Ин5 характерна для форм утиных яиц. Ей близки формы яиц цапли, гагары, казарки, нырка и других птиц. Конечно, в силу замеченного ранее соответствие живых форм яиц и математической кривой могло бы и не привлечь особого внимания, если бы не следующие обстоятельства.

2.50. Когда отношение большого и малого параметров яйца соответствуют отношениям, определяющим

101–112. *Яйца утиных воспроизводят индикатрису Ин5. На рисунках представлены яйца птиц: лебедя, гагары, нырка, цапли, краснозобой казарки, утки речной*

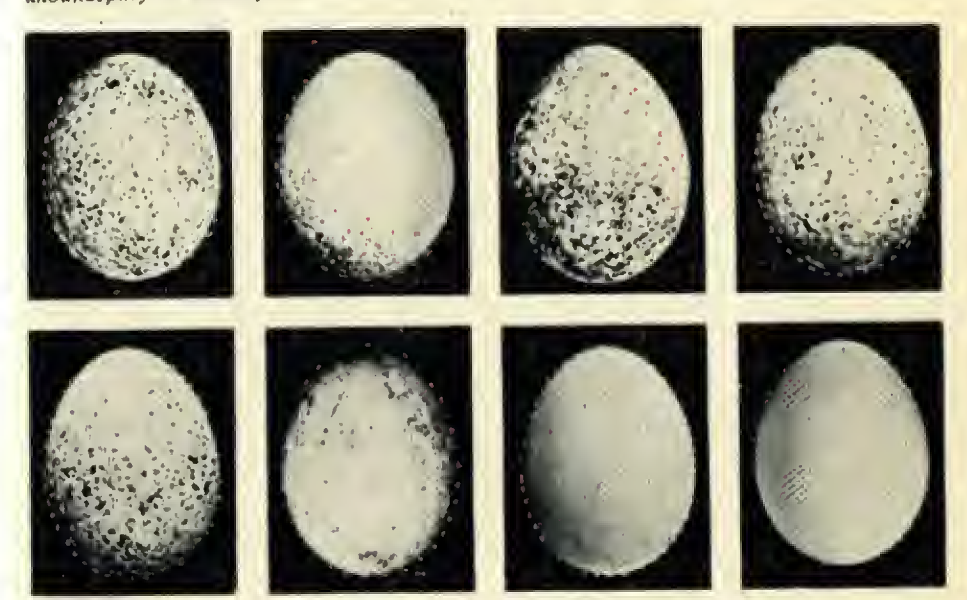




индикатрисы, то и сами кривые, как правило, совпадают или очень близки; форма $A^{-2} = A+1$ характерна для процесса формообразования. Во-вторых, – и это нам кажется наиболее существенным – формы яиц в нашем исследовании стоят не особняком, а в общем ряду наблюдений о раковинах, плодах, черепах. Все они описаны уравнением $A^{\pm 2} = A \pm 1$.

Полученные в результате абстрактного представления о формообразовании кривые воспроизведены жизнью именно в тех конструкциях, которыми определяется исполнение программы возобновления бытия вновь появившимся существом – в его ключевой защитной структуре, предназначенной природой для охранения наиважнейшей и беззащитной живой структуры и ткани. Прочные и стабильные эти образования – раковина моллюска, скорлупа яйца, мозговая часть черепа. Раковина обеспечила моллюску Pecten консервативную сохранность на сотни миллионов лет. В скорлупе яйца – в обособленном мире – совершается таинство

113–120. *Яйца хищных птиц часто воспроизводят индикатрису Ин8. Представлены яйца следующих птиц: орла, сапсана таймырского, белоплечего орлана, камчатского орлана*



метаморфозы, чудо возникновения. В яблоке черепной коробки сохраняется нейронное вещество мозга – и это также особенный мир взаимосвязей, которые мы привыкли отождествлять с сознанием. Роль, отведенная природой раковине, яйцу, черепу, позволяет видеть в этих формах надежный мост к самым далеким по времени и тайным глубинам формообразования.

Ведь это внешне разные и непохожие формы, а сущность их обнаруживает их общность, их функциональное историческое родство, и потому уже не кажется простой случайностью то, что все эти формы определяются одним и тем же математическим условием – сложением вектора $\bar{A}$, действующего из точки начала, из центра формообразования, и вектора $\bar{M}$, приложенного извне и действующего строго по вертикали. Выявляется единство образа возникновения, за этим должен стоять определенный физический смысл.

2.51. "Яблоко" и "яйцо" – замкнутые пространственные структуры, бесконечно интерпретируемые природой. За элементарной моделью их мы обнаруживаем принцип равного изменения – прямо и обратно пропорциональную связь, соединяющую переменную и результирующую векторного сложения. В этом элементарном отчетливо выражена главная суть формы, которая есть не что иное, как проявление конечности и замкнутости пространства, определяемого равным изменением (не обязательно квадратичным, но любой степени), если природа возникновения формы сингулярна (есть точка начала) и программа осуществляется в присутствии направленного внешнего влияния.

2.52. И вот если придавать сделанным здесь наблюдениям значение

факта, убедительно показанного природой, сложного и не имеющего пока простого физического толкования, но тем не менее не сводимого к простым совпадениям и имеющего за собой ясную логическую основу, то некоторые выводы могут быть сделаны уже сейчас. Если в формах природы можно видеть слова, произнесенные природой, то эти слова позволяют нащупать ключ к языку, наиболее пригодному для того, чтобы исследовать и описывать эти формы, и для того, чтобы создавать, подчиняя ему, новые формы, как это делает человек, создавая свой мир бытия вещей, объектов дизайна и архитектуры. Ибо объекты природы, объекты бытия – не точки и не единицы: ведь безструктурных объектов, как это сегодня уже становится ясно, не существует, и все, имеющее место быть, приобретает значение единиц и точек лишь за счет создающих это единство взаимосвязей. И то, чем математически определяется связанность, по существу, предназначено выражать единичное, целое, неделимое и целостность образа.

Константа равного изменения квадратичной зависимости A_0, квадрат которого представляет отношение золотого сечения, образует пространственную структуру, объединяющую связи $\sqrt{1}$, $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$ и $\sqrt{5}$. Мы имеем в этой геометрической структуре основу, описывающую пространство на языке естественной геометрии.

И не случайно то, что пониманию языка естественной геометрии в первую очередь учит человека не что иное, как искусство, которое, как мы это отчетливо видели ранее, только и могло заговорить на одном этом языке с самого начала своего зарождения, вместе со становлением человека.

ПАРНЫЕ МЕРЫ

Скульптор, лепящий человеческую фигуру, художник, пишущий натюрморт, дизайнер, проектирующий электробритву, модельер, рисующий силуэт костюма, в равной мере заняты поиском гармонии линий, цвета и пространственной структуры. Проблема соотношений размеров, проблема пропорции необходимо присутствует в решении каждой из этих задач. Но конструирование пространства в широком смысле этого определения – задача архитектуры. Здесь объем и форма не замыкаются и не исчерпываются собою, как это имеет место в скульптуре или объектах дизайна. Архитектурный объект прежде всего не объем и не форма, а организованное посредством объемов и форм пространство, в котором осуществляются различные формы бытия, трудовой деятельности и общение людей.

Объекты дизайна располагаются в пространстве в связи с другими объектами волею потребителя. Они переставляются с места на место, заменяются, отвергаются, пока не складывается пространство, проникнутое гармоническими связями. Архитектура статична, и формы ее надолго определяют взаимосвязи, ею овеществленные. Конечно, в масштабах истории различие это в известной степени сглажено. Архитектор средних веков, например, мог создавать, подобно ремесленнику, конкретный "штучный" архитектурный объект, с любовью и тщательностью воплощая в нем дух, царящий во времени, и самого себя. История же (в целом народ) создавала из отдельных объектов город: также передвигая с места на место (не буквально, а воспроизводя полюбившиеся образцы на отлично для этого найденных местах), заменяя, изменяя и возобновляя отдельные здания, создавая проникнутое гармонией взаимных соответствий и освещенное традицией организованное пространство – исторический город.

Глобальная функция архитектурного творчества необходимо требовала, чтобы в самые различные эпохи именно архитекторы проявляли исключительный интерес к проблеме по существу общенаучной, космической – к проблеме конструирования пространственных форм, к проблеме пропорций.

Создание формы требует высокого мастерства и опирается на интуицию, восполняющую неизбежно существующий разрыв между целью и ясным представлением о средствах достижения этой цели. Творчество, направленное на создание пространственных форм, требует умения соединить и расчленять с таким же совершенством,

как это делает природа, а человек в этом не равен природе. И прославленные мастера искусства, которым законы формообразования, казалось бы, даны как интуиция, тем не менее пристально вглядываются в формы природы, заимствуют их, делая объектами творчества, учатся видеть в объектах их геометрический остов, учатся у природы методу соединения и методу расчленения, ибо врожденное понимание всеобщей связи всего со всем — одна из граней таланта.

Ни один вид искусства не нуждается в столь твердой опоре в знании объективных закономерностей, как искусство архитектуры — искусство пространственного конструирования. Пространство архитектуры воспринимается, раскрываясь в движении: его нельзя изобразить на бумаге, и даже макет не создает его подлинности. В то же время его негде заимствовать. Оно предназначено организовывать общение людей, процессы труда, жизнь каждого человека. Его функция, таким образом, требует особенных форм, которым в природе нет аналогов, нет образцов. Архитектурная бионика, конечно, чрезвычайно полезна эволюции архитектуры, так как обогащает ее новыми знаниями, способствует углублению понимания принципов формообразования. Но прямое заимствование конструкций и форм природы в архитектуре не может быть принято, так как процессы личной и общественной жизни существенно отличны от процессов, происходящих в растениях. Нам нужно понять не столько формы и конструкции природы, сколько методы конструирования и принципы, обусловливающие подлинное структурное единство, присущее всякому объекту природы, для организации особых, архитектурных пространственных структур, обусловленных процессами жизни людей, животных, растений, машин — специфическими строительными приемами и материалами.

Заимствование готовых форм и стремление к новому равно свойственны архитектуре. И вне традиций рождение нового, обладающего подлинно жизненной силой, не происходит, в принципе не может произойти по той простой причине, что путь искусства, путь науки, путь практической деятельности один — сохранение в изменениях. Сохранение есть надежный фундамент движения вперед. В природе оно никогда не играет роль механического повторения, бессмысленного заимствования. Конструкции черепа, рассмотренные нами выше, показали со всею очевидностью отношения изменчивости и сохранения. Изменение формы возникает тогда, когда существуют тому причины и силы. Сохраняются же, в абсолютном значении слова, общие принципы конструирования. И чтобы владеть формообразованием, чтобы конструировать принципиально новое, нужно прежде всего сохранить добытое историей человеческой культуры знание принципов формообразования. Этим знанием в области пропорций история архитектуры владела с достаточным совершенством.

Глава 3. Образ и форма в античной архитектуре



Проблема архитектурной пропорции

3.1. Пути, которыми двигалось зодчество, были неоднозначны. Наш главный интерес заключен в аспекте теории. Но, ставя целью познание объективных закономерностей, которые могли бы служить делу построения архитектурной формы, мы не можем ее осуществить вне истории. Теория пропорций не абстрактна и не может сложиться вне исторического процесса.

Только историческая достоверность точно зафиксированных архитектурных форм памятников архитектуры, рассмотренная в связи с археологическими и письменными памятниками эпохи, мировоззрением времени и приемами, о которых убедительно говорят инструменты построения формы, при условии профессионального архитектурного подхода (далеко не безразлично, что с чем соединяется теми или иными пропорциональными зависимостями) только такое комплексное рассмотрение проблемы способно сформировать ясные представления о существе архитектурной пропорции, т.е. о принципе сложения пространственной структуры постройки, объединенной единством, принадлежностью к целому.

Вот почему наше исследование обращено прежде всего к истории.

3.2. Теория парных мер сформулирована в 1960-е годы. С тех пор появились новые факты, показавшие точность оценки принципиальных основ метода древнего мастера. Наиболее ценный свидетель истории — мерная трость конца XII в., найденная при археологических раскопках 1970 г. в Новгороде экспедицией В. Архицовского. Этот рабочий инструмент средневекового строителя уводит нас к самым далеким истокам архитектуры. Упоминания о строительной мерной трости встречаются в древнейших текстах (рассказы о строительстве Соломонова храма, относящиеся к X в. до н.э.). Новгородская мерная трость предназначена решать те же задачи, которым служили пропорциональные циркули античности, которые представляют точно такие же сопряженные меры, но предназначенные для работы на чертеже; шкалы новгородской мерной трости, по существу, тождественны мерам Хесиры. Гипотеза парных мер получила и другие многочисленные подтверждения (о них речь впереди). Она придала конкретное и отчетливое содержание философским суждениям древних о мере и гармонии и исчерпывающе подтверждена комплексным исследованием размерной структуры реальных сооружений.

Историческое существование парных мер доказано достоверно. Отрицать их реальную жизнь в истории архитектуры значило бы ясные теперь суждения древних о гармонии и мере, пропорции и единстве объявить общими местами, красноречием без причин. Это значило бы также закрыть глаза на реальность пропорциональных циркулей античности и новгородскую мерную трость, прямое родство которых обнажает геометрия двойного квадрата, на геометрическую сопряженность главных частей и деталей построек, скрепленную этими же отношениями.

3.3. В архитектуре пропорция – это связь, устанавливающая размеры частей и целого в отношении их один к другому. Описание размерной структуры постройки может быть простым перечнем измеренных величин. Но что раскрывает такой подход?

Понятие архитектурной пропорции поясняет пример формы яблока, рассмотренный выше. Ведь можно было, приняв любую систему координат, описать все точки яблока и определить отношения некоторых его размеров, взятых в произвольно выбранных сечениях. Эта запись позволила бы изобразить любое яблоко так же точно, как мы изображаем на обмерном чертеже архитектурные планы и фасады. Но это не приблизило бы нас к пониманию формообразования. Когда же мы нашли уравнение, описающее все точки его поверхности, мы нашли закон, установивший форму. Воспользовавшись этим законом, мы построили целое семейство разнообразных форм, так как поняли "творческую идею", создающую форму – квадраты и единицу.

Архитектурная форма складывается по-другому. Но для нее существует то же требование единства целого. Пропорция, следовательно, – это привнесенный в размерную структуру порядок, делающий все части принадлежащими целому. Таким образом, пропорция не просто констатация обнаруженных произвольным приемом соотношений размеров, а закономерность. Установить пропорцию – значит раскрыть закономерность, которая объединяет части между собою. И эта закономерность – не геометрическая абстракция. Мы уже рассмотрели вопрос о том, что соразмерность несет смысловую семантическую нагрузку, выражает ассоциативный образ. Обобщенное понятие "человек" – это образ. "Тигр", "цветок", "дерево", "облака", "добро" и "зло" – все это образы, выражаемые искусством на разных языках, и эти образы кодируются сознанием. Зрительные образы ассоциируются размерной структурой. А поскольку зрение, слух, память связаны между собой в единые комплексы, архитектура способна делать широкие обобщения, выходящие за пределы, установленные одним лишь зрением.

Отсюда становится ясным и принцип логики связи размерных соединений. Зрение, приспособленное опознавать предъявленные образы и извлекать из соразмерности и пропорции, характеристику сущности объекта, сопоставляет части по тем параметрам, которые действительно выражают сущность объекта. Так исключается произвол размерных сопоставлений, который характерен для многих надуманных пропорциональных анализов.

3.4. Самой простой закономерностью, какую можно себе представить в качестве связи размеров, является геометрическая пропорция, когда одно отношение распространяется как связь всех величин друг с другом. Чтобы осуществлять такую связь, необходим инструмент, позволяющий нужное отношение закрепить и применять его неоднократно. Таким именно инструментом и является пропорциональный циркуль.

Но циркуль – инструмент для работы в мелком масштабе. Его поле деятельности – эскиз, макет, чертеж. Если же представить себе нечто, пригодное для работы с размерами, реализуемыми в постройках, на строительной площадке, инструмент, позволяющий разметить план и в равной мере осуществить высотные размеры, то вместо пропорционального циркуля надо представить себе парную меру – две мерные шкалы, имеющие совершенно одинаковый принцип деления, но разные по абсолютным размерам. Отношение длин эталонов в этом случае становится законом, которому подчинены сопоставляемые размеры постройки. Одинаковый счет на парных шкалах устанавливает общую закономерность перехода от размера к размеру, так же как шарнир пропорционального циркуля раз навсегда определяет отношение, в котором находятся отрезки, измеряемые его противоположными концами.

3.5. Рассматривая формы живой природы, мы столкнулись с тем, что развитие направлено не на подчинение физическим силам, а стремится осуществиться вопреки им; так же точно и движение живых существ направлено вопреки физическим силам, и именно в направлении свободного движения более всего работает эволюция. Движение "вопреки" создало передне-заднюю ось, вдоль которой развернулось в основном биологическое "творчество".

Та же тенденция противоборства существует в сфере сознания и проявляется в творчестве. Сознание также стремится преодолеть необходимость представить части постройки подчинившимися законам природы. С одной стороны, человек стремится к гармонии и симметрии и в то же время – к изобретательности и новому, к свободе и собственному произволу. История архитектуры сумела найти компромиссный подход к формообразованию, оставить мастеру широкую свободу выбора и вместе с тем придерживаться канвы, обеспечивающей единство частей. Этот компромисс можно объявить правилом золотой середины во всем. Искусство, по удачному выражению И. Ефремова, – лезвие бритвы. Крен в сторону свободы порождает хаос и разрушает гармонию; абсолютный порядок лишает форму живого дыхания, умерщвляет ее. Автор знаменитой "Симметрии" Генри Вейль не случайно обращается к словам Томаса Манна: "Среди мириадов волшебных звездочек с их недоступной зрению, не предназначенной для глаз человеческих тайной микроскопью ни одна не была похожа на другую. Здесь наличествовала беспредельная изобретательность, нескончаемое рвение видоизменять, скрупулезно разрабатывать одну и ту же тему – равносторонний и равноугольный шестиугольник. Но каждое из этих студеных творений было в себе безусловно пропорционально, холодно-симметрично, и в этом то заключалось нечто зловещее, антиорганическое, враждебное жизни: слишком они были симметричны. Такою не могла быть предназначенная для жизни субстанция, ибо жизнь содрогается перед лицом этой точности, этой абсолютной правильности, воспринимает ее как смертоносное начало, как тайну самой смерти. И Гансу Кастропу показалось, что он понял, почему древние, возводя храмы, сознательно, хотя и втихомолку, нарушали симметрию в расстановке колонн" [10, с. 90, 91].

Так определяется еще один оттенок отношения к мере. Мера – это не только количественная, но и качественная характеристика. Это та средняя линия, отклонение от которой в ту или иную сторону превращает явление в его противоположность.

Главная идея, которая проводилась древними греками, заложившими

методы расчета гармонически размерных структур, состояла в том, чтобы величины, объединяемые соответствием, были в отношении одна к другой ни слишком большими, ни слишком малыми; они открыли как способ создания спокойных, торжественных, равновесных композиций средние отношения.

Ключ к размерной структуре Парфенона

3.6. Парфенон – всемирно известный памятник архитектуры. Почти две с половиной тысячи лет существует загадка его поразительного гармонического спокойствия и строгой уравновешенности. И хотя все размеры его прекрасно изучены и неоднократно объяснены, только сейчас появилась возможность раскрыть его структуру и композицию так, чтобы голос, которым говорят его камни, был в то же время и голосом современных ему философов, геометров и художников, голосом инструмента, которым он мог быть рассчитан и который принадлежит эпохе античного мира.

3.7. Существо античной пропорции подробно раскрыто Платоном в его "Тимее". Знаток астрономии Тимей повествует своим собеседникам, в числе которых Сократ, о том, как создавался Космос – самая совершенная, "прекраснейшая из возникших вещей" [37, с. 455–542].

"Итак, телесным, а потому видимым и осязаемым – вот каким надлежало быть тому, что рождалось. Однако видимым ничто не может стать без участия огня, а осязаемым – без чего-то твердого, твердым же ничто не может стать без земли. По этой причине бог, приступая к составлению тела Вселенной, сотворил его из огня и земли. Однако два члена сами по себе не могут быть хорошо сопряжены без третьего, ибо необходимо, чтобы между одним и другим родилась некая объединяющая их связь. Прекраснейшая же из связей такая, которая в наибольшей степени единит себя и связуемое, и задачу эту наилучшим образом выполняет пропорция, ибо, когда из трех чисел – как кубических, так и квадратных – при любом среднем числе первое так относится к среднему, как среднее к последнему, и, соответственно, последнее к среднему, как среднее к первому, тогда при перемещении средних чисел на первое и последнее место, а последнего и первого, напротив, на средние места выясняется, что отношение необходимо остается прежним; а коль скоро это так, значит, все эти числа образуют между собой единство.

При этом, если бы телу Вселенной надлежало стать просто плоскостью без глубины, было бы достаточно одного среднего члена для сопряжения его самого с крайними. Однако оно должно было стать трехмерным, а трехмерные предметы никогда не сопрягаются через один средний член, но всегда через два. Поэтому бог поместил между огнем и землей воду и воздух, после чего установил между ними возможно более точные соотношения, дабы воздух относился к воде, как огонь к воздуху, и вода относилась к земле, как воздух к воде. Так он сопряг их, построя из них небо, видимое и осязаемое.

На таких основаниях и из таких составных частей, числом четырех, родилось тело космоса, стройное благодаря пропорции, и благодаря этому в нем возникла дружба, так что разрушить его самотождественность не может никто, кроме лишь того, кто сам его сплотил" [35, л. 31,*b*,*c*, 32 *b*,*c*].

3.8. Текст Платона достаточно однозначен Его легко понять, анализируя рис. 124. Если из двух плоскостей нужно составить плоскость, то между крайними величинами (длиной a и c) потребуется соединяющая их середина b, одна и та же для соединяемых плоскостей. Только наличие равной, одинаковой стороны у соединяемых плоскостей позволяет, составив их вместе, получить одно целое. Если же нужно получить целое, складывая объемы, то здесь требуются уже не одна, а две общие величины, две "середины", принадлежащие одновременно обоим соединяемым телам, – b и c. При этом наибольшей степени единства можно достигнуть, как утверждает Платон, если середины находятся в одинаковом отношении к крайним величинам – тому, что больше, и тому, что меньше, и между ними существует пропорциональная связь.



121. *Афинский Акрополь*



122. *Колоннада Парфенона*

Гармонично соединенное небо (космос) определяется, по Платону, равенством

$$\frac{\text{огонь}}{\text{воздух}} = \frac{\text{воздух}}{\text{вода}} = \frac{\text{вода}}{\text{земля}} = \text{const.}$$

Этому уравнению одни исследователи античных категорий меры и гармонии не придают значения, другие отождествляют его с отношением золотого сечения. Однако такое отождествление совершенно произвольно: оно подменяет широкий смысл определения Платона частным случаем. И в самом деле. Возьмем любой ряд геометрической пропорции, например числа 1, 3, 9, для которых справедливо равенство 1:3 = 3:9. Здесь, следуя терминологии Платона, первое есть 1, сред-

нее – 3 и последнее – 9. Нетрудно видеть, что все комбинации расположения чисел, которые приводит Платон, сохраняют неизменным значение соединяющей связи:

а) первое так относится к среднему, как среднее к последнему: 1:3 = 3:9;

б) последнее к среднему, как среднее к первому: 9:3=3:1;

в) перемещение средних чисел на первое и последнее места, а последнего и первого, напротив, на средние места: 3:9=1:3.

Из определения Платона недвусмысленно следует, что если пропорциональной связью необходимо соединить, сплотить две крайние величины, то эта связь есть их среднепропорциональное. Если нужно соединить, например, числа 1 и 2, то соединяющая их связь есть $\sqrt{1\cdot 2} = \sqrt{2}$. Если б необходимо было связать числа 1 и 5, наилучшей из связей было бы среднее этих чисел $\sqrt{5}$, ибо $1:\sqrt{5} = \sqrt{5}:5$. То, что наше толкование отвечает смыслу, который вложил в него Платон, подтверждает другой отрывок из сочинения Платона "Государство". Говоря об отлично написанных чертежах Дедала, он отмечает, что в них применена равная, двойная или иная пропорция. Как видим, пропорция может быть разной. Таким образом, понятие пропорции имеет общий и широкий смысл и отождествлять с пропорцией по Платону золотое сечение нет ни малейшего основания.

3.9. Для древних греков пропорциональная связь – причина гармонии. И это легко понять. Гармонии у Гомера – скрепы, гвозди, которыми сплачиваются в обшивку корабля отдельные доски. Уберите скрепы – и целого не будет. Корабль исчезнет, исчезнут его замечательные мореходные качества, его способность к маневру – останется груда досок. Пропорция – это связь и основа гармонии.

3.10. Дорический ордер существовал задолго до Парфенона. Но только здесь он получил свое совершенное воплощение – и гармоническое, и образное. Тонкий знаток античной архитектуры Н. Брунов неоднократно подчеркивал заложенные в пластике греческого периптера образные ассоциации храма с человеческим телом. "Для грека, – писал он, характерно очеловечивание сил природы – антропоморфизм (с греческого дословно: придание человеческого образа)". "Греческие боги – это те же люди, но несколько больших размеров и обладающие большей силой, бóльшим умом и ловкостью. Они так же, как люди, сердятся и обманывают, любят и страдают". "Ордер классического греческого храма является также главным носителем человеческого начала: он осуществляет на языке архитектуры образ монументализированного человека-героя. Периптер состоит из ряда индивидуальностей – колонн, которые воспринимаются благодаря этому не как квадры стены, не как куски неодушевленного материала, а как живые существа. Самая форма дорической колонны вызывает ассоциации, связанные с человеческим телом. Прежде всего – вертикализм колонны. Вертикаль – главная ось человеческого тела, основная характерная особенность внешнего облика человека, главное его отличие от облика животного. И в колонне все направлено к тому, чтобы выделить и подчеркнуть вертикализм в качестве ее основного свойства и главного внешнего признака. Вертикализм ствола повторен в ослабленной степени многочисленными каннелюрами как многократным эхом. Однако колонна дает не абстрактную математическую вертикаль, не только вертикальную ось, лишенную материальности и имеющую лишь направленность. Дорическая колонна полновесна и мясиста: в ней вертикаль обросла мясом, превратилась в реальное тело. Телесность ствола колонны особенно усиливается благодаря энтазису, неравномерному утонению самого ствола, которое окончательно лишает его абстрактной математичности и придает ему характер органической материи. Ствол колонны благодаря этому становится родственным человеческому телу как порождению органической природы. Органическое тело ствола дорической колонны по своим пропорциям еще больше сближается с телом человека". "Между пропорциями классической дорической колонны и средними пропорциями человеческого тела легко устанавливается соотношение, вызывающее живое ощущение родства между ними"

Но высказав столь замечательные мысли, Н. Брунов заключает: "Нельзя утверждать, что дорическая колонна повторяет пропорции тела человека, потому что людей таких пропорций, как колонны Парфенона, не существует" [7, с. 80–81, 102–103]. И здесь Н.Брунов допускает ошибку: колонна Парфенона, именно она, воспроизводит идеальный канон пропорций человеческого тела, описанный впоследствии Витрувием, изображенный Леонардо да Винчи и Микеланджело. И воспроизводит его именно с математической точностью.

3.11. Свидетельства Витрувия для нас особенно интересны. Ведь Витрувию посчастливилось читать трактат "О соразмерностях дорийского храма на Акрополе "Иктина, о чем он пишет в своих знаменитых "Десяти книгах об архитектуре" [13, с.133]. Несомненным отзвуком этого чтения являются следующие его слова: "Композиция храмов основана на соразмерности, правила которой должны тщательно соблюдать архитекторы. Она возникает из пропорции, которую по-гречески называют αναλογία. Пропорция есть соответствие между членами всего произведения и его целым по отношению к части, принятой за исходную, на чем и основана всякая соразмерность. Ибо дело в том, что никакой храм без соразмерности и пропорции не может иметь правильной композиции, если в нем не будет точно такого членения, как у хорошо сложенного человека. Ведь природа сложила человеческое тело так, что лицо от подбородка до верхней линии лба и корней волос составляет десятую часть тела... голова вместе с шеей, начиная с ее основания от верха груди до корней волос – шестую часть. . . ступня составляет шестую часть" [13, с.65].

Итак, представление о каноне человеческого тела, бытовавшее до Витрувия и почерпнутое им в сочинениях древних, определяется так: рост человека кратен стопе, которая укладывается в нем 6 раз, 1/6 часть падает на размер головы и шеи, и, следовательно, 5 частей представляют торс – собственно тело.

Каким образом соразмерность тела человека могла быть перенесена мастером на колонну дорического храма? Эта деталь также находит свое место в сочинении Витрувия. Он пишет: "Желая сделать так, чтобы они (колонны) были пригодны к поддержанию тяжести и обладали правильным и красивым обличьем, они измерили след мужской ступни по отношению к человеческому росту и, найдя, что ступня составляет шестую его долю, применили это соотношение к колоннаде и, сообразно с толщиной основания ее ствола, вывели ее в высоту в 6 раз больше, включая сюда и капитель. Таким образом, дорийская колонна стала воспроизводить в зданиях пропор-

ции, крепость и красоту мужского тела" [13, с. 79]:

$$\frac{\text{диаметр колонны}}{\text{ее высота, включая капитель}} = \frac{\text{стопа человека}}{\text{высота тела его, включая голову}} = \frac{1}{6}.$$

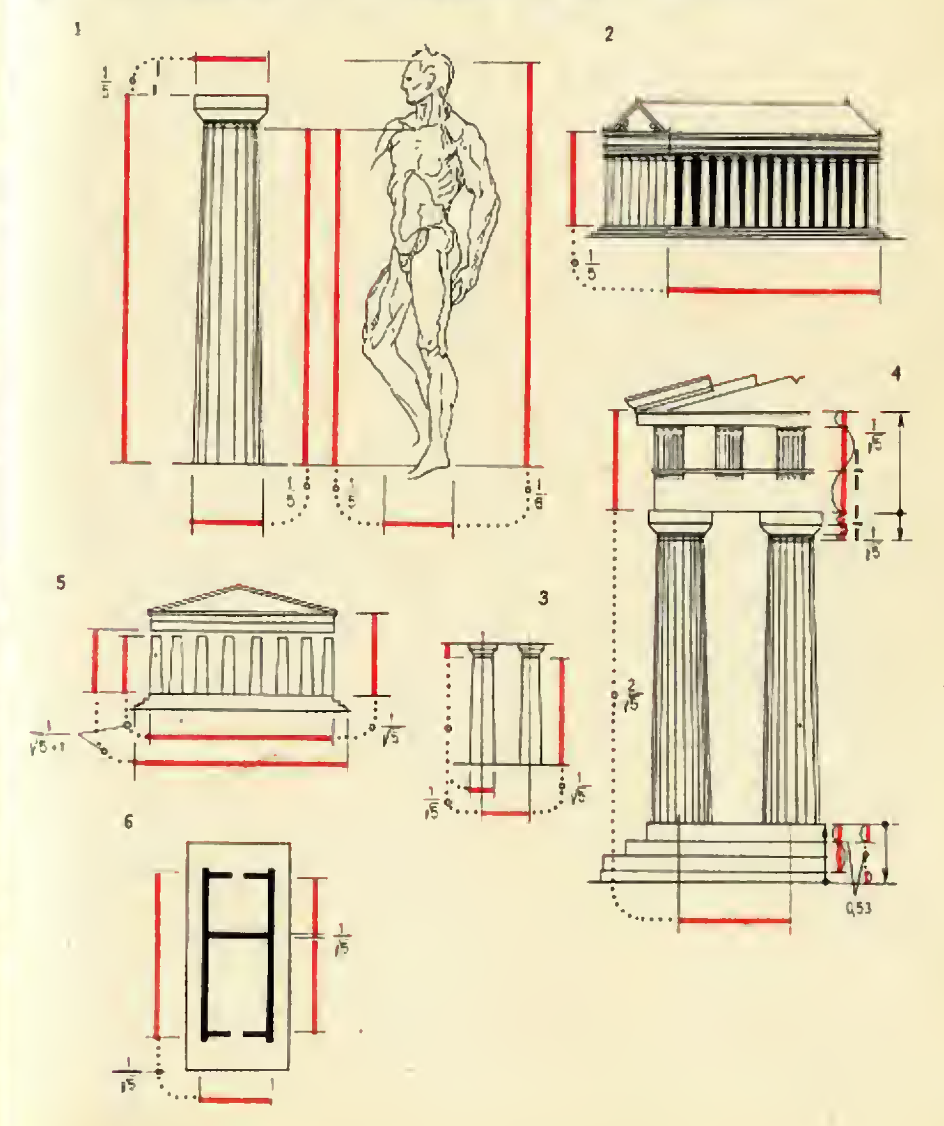
3.12. Манера мыслить по аналогии, устанавливая соразмерность постройки, прекрасно соединяется с тем, что мы читаем у Платона в описании космоса — прекраснейшей из возникших вещей, где связь между стихиями $\frac{\text{огонь}}{\text{воздух}} = \frac{\text{воздух}}{\text{вода}} = \frac{\text{вода}}{\text{земля}}$ установлена аналогией или, иначе, пропорцией.

И это — типично. Основоположнику античной философии Фалесу принадлежит предсказание солнечного затмения; Фалес определил его, полагая, что "величина Солнца представляет 1/724 часть круга, проходимого Солнцем; так же точно величина Луны составляет 1/724 часть проходимого ею пути". Фалес же, как свидетельствуют историки, определил методом аналогии высоту египетских пирамид по длине тени в тот час, когда длина тени человека равна его росту. Таким образом, свидетельство Витрувия не должно вызывать сомнения. А между тем обмеры античных построек показывают, что тело колонны дорического храма не содержит отношения 1:6. Ни в одном из них, и в том числе в прекрасно гармонизованном Парфеноне. . . Где же ошибка?

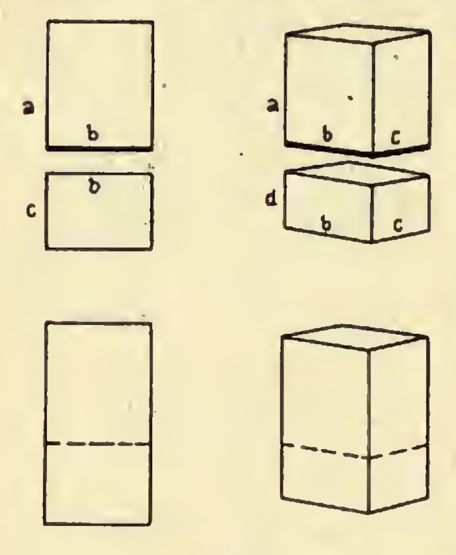
3.13. Витрувию история архитектуры обязана многими знаниями. И все же он на тысячи лет ввел своих потомков в заблуждение относительно сокровенного смысла пропорции. Все его речи точны и верны, а практические заключения — ошибочны. Как это произошло, ясно из слов самого же Витрувия: "Что до меня, о Цезарь, то я не выпускаю этого сочинения под своим именем, заместая следы чужой работы, и не намерен доказывать свою правоту, опорочивая чьи-либо мысли, но, напротив, я приношу бесконечную благодарность всем писателям за то, что, собрав из прошлого превосходные творения человеческого гения, они, каждый в своем роде, накопили изобильные запасы знаний, благодаря которым мы, как бы черпая воду из источника и проводя ее для собственных нужд, имеем возможность писать красноречивее и свободнее и, опираясь на таких авторов, осмеливаемся давать новые наставления" [13, с. 133]. То, что Витрувию представлялось вполне ясным, но неопределенно выраженным (профессиональные тайны практического мастерства в то время не служили объектом рекламы), он изложил красноречиво и свободно, но не вполне точно. Вернемся к формуле ассоциации колонны и человеческого тела. Колонны, как пишет Витрувий, должны быть пригодны "к поддержанию тяжести и обладать красивым обличьем". Он повторяет: "Дорийская колонна стала воспроизводить пропорцию, крепость и красоту мужского тела". Но что означает — мужское тело, акцентировавшее в себе способность нести тяжесть? Какую пропорцию имел в виду автор сочинения о соразмерности дорийского храма на Акрополе?

3.14. Все знают, что самое слабое место в человеческом теле—шея. Тяжесть взваливают на плечи. Шею сворачивают. На шею садятся. Атланты, несущие антаблемент и изображающие колонны, сгибают шеи и поднимают к голове руки, принимающие тяжесть. Следовательно, желая воспроизвести в колонне крепость и уже после того красоту мужского тела, мастер должен был видеть ассоциативную связь между

123. Аналогия — творческий метод построения формы. Образ колонны ассоциируется с человеком. Ствол по-гречески σωμα — тело; капитель — голова. Соразмерность тела человека 1:5, ставшая соразмерностью ствола колонны, — ключ к соразмерности и пропорции Парфенона. Она придана и стволу колонны, и всей колонне, включая капитель, и протяженному фасаду храма — колоннаде (1, 2). Среднее чисел 1 и 5 — $\sqrt{5}$ ($1:\sqrt{3}=\sqrt{5}:5$), и потому $\sqrt{5}$ и есть та связь, которой соединены в одно все части постройки: ширина и высота храма (5), высота ствола, шаг колонн, диаметр колонны и высота капители (3), членения капители и членения антаблемента (4), ширина и глубина целлы, глубина храма Афины и глубина храма Парфенос (6)



124. По Платону, "тела сплачиваются двумя серединами". Если две части соединяются между собой так, чтобы составить нечто единое, необходимо, чтобы два измерения – ширина и глубина принадлежали обеим соединяемым в длину частям. Наилучшей связью служат при этом средние отношения



стволом – телом колонны и между торсом человека – монолитом его тела до основания шеи. О том, что он именно так смотрел на соразмерность колонны, красноречиво говорит греческое название ствола колонны – σομα, что значит "тело", и капители, что означает голову. Еще красноречивее свидетельство самого Парфенона. Так же как тело человека, исключая голову и шею, соотносится с размером стопы, как 5:1, по Витрувию, точно так же в Парфеноне соотносится высота ствола колонны к ее диаметру.

Более того. Поставив целью ассоциировать тело человека и храм, определив диаметр к высоте ствола колонны в отношении 1:5, мастер, повинуясь правилу аналогии – "из всех очертаний наиболее совершенны подобные самим себе" . . . "подробное в мириады раз прекраснее того, что неподобно" [13, с. 33], распространил отношение 1:5 и на всю колонну, включая сюда и капитель, и на всю соразмерность колоннады в целом.

Пропорция и масштаб Парфенона

3.15. Рассмотрим последовательно, как развертывались соразмерность и пропорция Парфенона, что определило и абсолютные размеры этой замечательной постройки. Воспользуемся тем, что существует превосходный обмерный и исследовательский материал, опубликованный греческим архитектором Николаем Баланосом, руководившим исследованием и реставрацией колоннады храма в 1898–1902 и 1922–1933 гг. Обмер выполнен с учетом значения памятника: им зафиксирован в пространстве каждый камень, каждое незначительное отклонение размеров:

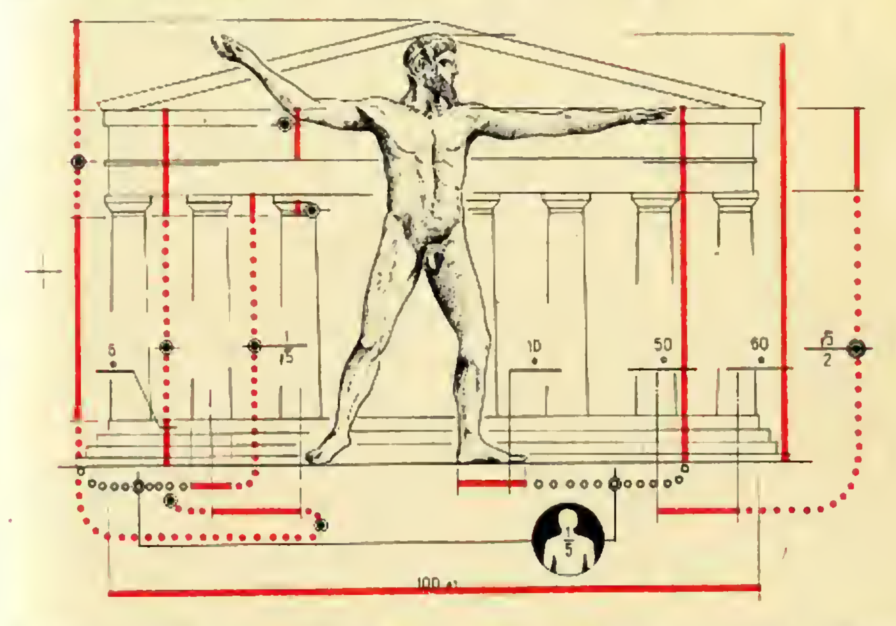
$$\frac{\text{нижний диаметр угловой колонны}}{\text{высота ствола угловой колонны}} = \frac{1{,}928\ \text{м}}{9{,}570\ \text{м}} = \frac{1}{5} = 0{,}2015\ (+0{,}0015);$$

$$\frac{\text{нижний диаметр рядовой колонны}}{\text{высота ствола рядовой колонны}} = \frac{1{,}882\ \text{м}}{9{,}570\ \text{м}} = \frac{1}{5} = 0{,}1967\ (0{,}0033).$$

Таким образом, ствол колонны точно воспроизводит пропорцию идеального тела человека. Но ствол – это еще не колонна и не вся колоннада. Включение капители не нарушает аналогии:

$$\frac{\text{ширина капители (по абаке)}}{\text{высота колонны с капителью}} = \frac{2{,}090\ \text{м}}{10{,}430\ \text{м}} = \frac{1}{5} = 0{,}2003\ (+0{,}000).$$

125. Образ Парфенона – монументализированный 10-кратный человек. Площадку, на которой храм стоит, определили 10 стоп гиганта, высоту ордера – высота его тела, высоту тимпана – его голова



А всю колоннаду представляет протяженный фасад храма. Его соразмерность та же – 1:5:

$$\frac{\text{высота ордера (колонна+антаблемент)}}{\text{длина стилобата}} = \frac{13{,}727\ \text{м}}{69515\ \text{м}} = \frac{1}{5} = 0{,}1975\ (-0{,}0025).$$

3.16. Иктин, построивший Парфенон, закодировал в его размерной структуре образ идеального человека. Декодирование пропорции Парфенона воссоздает логику мастера, его идеи: размерная структура постройки может повествовать столь же связно и увлекательно, как живая речь, отзвучавшая две с половиной тысячи лет назад. Выясняется, что главное смысловое звено периптера для Иктина было заключено не в колонне, как полагают многие знатоки, а в стволе колонны, в теле колонны σομα.

Тело колонны и средние отношения – таков подлинный ключ к соразмерности и пропорции храма. Сделав эту мысль своей, мы можем наблюдать цепь причинно-следственных связей, объединяющую самые общие размеры постройки и самые тонкие членения капители.

Колонна – одна – не создает образа. Периптер – совокупность колонн: это и сами колонны, и то, что колонны несут. Задача мастера состояла в том, чтобы сделать все части – одним, а делает это, по Платону, пропорция. Распространив по аналогии соразмерность ствола колонны на колонну в целом, мастер включил тем самым капитель, сохранив целостность одного: колонна осталась одним. Но предстояло также соединить между собою колонны. И мы уже знаем, что крайние отношения сплачиваются серединой.

Высота храма и его длина – крайние величины, между которыми располагается ширина храма. Диаметр колонны и высота колонны – крайние отношения, между которыми располагается шаг колонн, т.е. расстояние между ними в осях, которым определяется соединение отдельных колонн в целое – колоннаду.

Чтобы храм ассоциировался с идеальным человеческим образом, Иктин придал соразмерностям главных форм, а их задают крайние величины, связь 1:5. А чтобы связать эти крайние величины в неделимое целое, требуется найти их среднее. Следовательно, пропорция Парфенона, ассоциирующая человека, должна неизбежно быть равна среднему чисел 1 и 5, $\sqrt{1\cdot5} = \sqrt{5}$. Этой связи надлежит сплотить воедино все части, все размеры постройки, и тогда, говорил Платон, "разрушить его самотождественность не может никто, кроме лишь того, кто сам его сплотил".

Такова логика величайшего зодчего античности. Она полна смысла и удивительной красоты. И так же красивы формы, ею выверенные.

$$1 : \sqrt{5} = \sqrt{5} : 5 = 0{,}447;$$

$$\frac{\text{высота ордера}}{\text{ширина стилобата}} = \frac{13{,}727\ \text{м}}{30{,}870\ \text{м}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = 0{,}444\,(-0{,}003);$$

$$\frac{\text{ширина стилобата}}{\text{длина стилобата}} = \frac{30{,}870\ \text{м}}{60{,}515\ \text{м}} = 0{,}444\,(-0{,}003);$$

$$\frac{\text{среднерасчетный диаметр колонны}}{\text{шаг колонны}} = \frac{(1{,}882 + 1{,}925) : 2}{4{,}295} = 0{,}444\,(-0{,}003)\cdot$$

$$\frac{\text{шаг колонны}}{\text{высота колонны}} = \frac{4{,}295\ \text{м}}{9{,}570\ \text{м}} = 0{,}4488\,(+0{,}0018).$$

3.17. По Платону, акт создания космоса – эталона гармонии и совершенства – состоял не только в пропорциональном соединении, но и в отборе и соответствии частей, объединяемых подобием. Еще до того как Вселенная была создана, должны были из хаоса возникнуть начала, пригодные к соединению. Стихии огня, воды, земли, воздуха образованы из хаоса "восприемницей, которая в движении своем являла собой как бы сито: то, что наименее сходно между собой, она разбрасывала дальше всего друг от друга, а то, что более всего сходно, просеивала ближе всего друг к другу; таким образом, четыре рода обособились в пространстве еще до того, как пришло время рождаться устрояемой из них Вселенной. Ранее в них не было ни разума, ни меры: хотя огонь и вода, земля и воздух являли кое-какие приметы присущей им своеобычности, однако они пребывали всецело в таком состоянии, в котором свойственно находиться всему, до чего еще не коснулся бог. Поэтому последний, приступая к построению космоса, начал с того, что упорядочил эти четыре рода с помощью образов и чисел. . . они были приведены богом к наивысшей возможной для них красоте и к наивысшему совершенству. . .".

Соединению пропорцией, таким образом, предшествует отбор однородных, схожих частей. Также и в архитектурном сооружении соединяется между собою не что попало, а то, что определяется признаками качественного подобия.

3.18. Начнем с того, что ствол колонны σωμα – опора, несущая антаблемент, поставлена на развитое ступенчатое основание, число элементов которого равно числу элементов, образующих вместе нагрузку на ствол. Это вызвано стремлением установить равновесность, которая присуща всему значительному и прочному. То, что над несущим телом колонны, равно числом тому, что под ним.

В сочинении "О числе семь", которое относят к досократикам, т.е. к эпохе строительства Парфенона, можно найти другое описание мироздания, относящееся к более раннему времени, чем описание в "Тимее". "Миры, находящиеся под землей, – говорится там, – равны по числу и подобны по формам мирам, находящимся над ней. Они движутся сами собой по идущим вокруг земли круговым линиям. Поэтому земля и олимпийский мир обладают свойством неподвижности, между тем как все остальное находится в круговом движении. Луна же, которая носится посредине, соединяет гармонически остальные вещи" [30, с.ХУI–ХХУ, пп. 10–17].

Аналогия того, что лежит на стволе колонны, с тем, на чем сама колонна стоит, проведена тонко и последовательно. Это горизонтальные ряды камня, отчетливо воспринимаемые как отдельные части, как вверху, над стволом, так и внизу, под ним, числом по 4. Сопоставление их устанавливает следующее.

Внизу евтентерий – невысокая плита, перекрывшая стык скалы и субструкции. Это по сути еще не храм. Евтентерий выравнивает скалу, создавая строительную площадку. Но как воспринимаемая архитектурная форма он входит в основание храма.

Вверху подобную же роль соединяющего элемента играет капитель. Конструктивно – это уже не стойка, не вертикальный ствол, воспринимающий груз, а только прокладка на стыке двух камней архитрава – такая же горизонтальная форма, как фриз, архитрав и карниз. Но как воспринимаемая архитектурная форма капитель–часть колонны, ее образное завершение – ее глава.

Внизу, над евтентерием, располагаются две ступени одинаковой высоты. Вверху им отвечают, также одинаковой высоты, архитрав и фриз.

Основание завершает стилобат, высота которого немного больше, чем высота ступеней. (Поверхность стилобата служит как бы листом, на котором расчерчивается положение стен и колонн; размером стилобата определяются все последующие размеры храма.) Так же точно и верхняя часть завершается четвертым по счету элементом – венчающим карнизом.

Четыре элемента основания и завершения ордера напоминают о четырех стихиях, которые сопряжены у Платона тождеством и создают космос. (Заметим, что 4 – это и квадрат, лежащий в основании геометрии, и страны света, бывшие божествами египтян, это 4 ступени первой египетской пирамиды, по которой всходил на небо сын неба – фараон-после смерти; это восьмиричный путь Будды.) Связав то, что лежит над телом колонны, с тем, что под ним, числом 4, зодчий соединил тождественные члены пропорцией

$$\frac{\text{высота основания}}{\text{высота завершения}} = \frac{1{,}877\ \text{м}}{4{,}157\ \text{м}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = 0{,}451\,(+0{,}004).$$

И в соответствии с этим завершил гармонизацию и равновесность главного фасада, соединив той же пропорцией высоту тела колонны с высотою фронтона, поскольку наклонный фронтон линиями карниза, сходящегося к акротерию, замы-

кает и останавливает вертикальное движение, созданное колоннами и поддержанное каннелюрами:

$$\frac{\text{высота фронтона}}{\text{высота ствола колонны}} = \frac{4{,}291\text{ м}}{9{,}570\text{ м}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = 0{,}449\,(+0{,}002).$$

Главный фасад оказался зарифмован через строку. Причем движение от меньшего к большему (от основания к завершению), определенное пропорциональной связью первой пары, уравновешено движением от меньшего к большему второй пары (фронтон – ствол колонны), которое противоположно направлено.

3.19. Метод аналогии используется при построении форм Парфенона строго логично и вместе с тем изобретательно. Каждый раз с новым оттенком игры. Возникает единая структура разнообразных живых ритмических членений.

Разделение антаблемента на архитрав, фриз и карниз зеркально отражено в разделении капители на абаку, эхин и шейку. (Антаблемент состоит из отдельных рядов камней, и пропорциональному делению отвечают швы между рядами кладки, в то время как капитель вытесана из одного блока). Плоскостью зеркального отражения $\frac{1}{\sqrt{5}}:1:1=1:1:\frac{1}{\sqrt{5}}$ служат верх абака и низ архитрава:

$$\frac{\text{высота карниза}}{\text{высота архитрава}} = \frac{0{,}600\text{ м}}{1{,}347\text{ м}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = 0{,}444\,(-0{,}003);$$

$$\frac{\text{высота архитрава}}{\text{высота фриза}} = \frac{1{,}350\text{ м}}{1{,}347\text{ м}} = \frac{1}{1} = 1{,}000\,(0{,}000);$$

$$\frac{\text{высота абака}}{\text{высота эхина}} = \frac{0{,}351\text{ м}}{0{,}350\text{ м}} = \frac{1}{1} = 1{,}000\,(0{,}000);$$

$$\frac{\text{высота шейки капители}}{\text{высота абака}} = \frac{0{,}158\text{ м}}{0{,}351\text{ м}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = 0{,}450\,(+0{,}003).$$

Основание храма разделено на уступы иным способом. Суммарная высота евтентерия и стилобата соединена с высотой всего основания в той же связи:

$$\frac{\text{высота (евтентерий + стилобат)}}{\text{высота основания}} = \frac{0{,}550\text{ м}+0{,}295\text{ м}}{1{,}877\text{ м}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = 0{,}450\,(+0{,}003).$$

Высота стилобата при этом оказывается средним пропорциональным высоты евтентерия и высоты двух одинаковых ступеней:

$$\frac{\text{высота евтентерия}}{\text{высота стилобата}} = \frac{0{,}285}{0{,}550} = 0{,}536;$$

$$\frac{\text{высота стилобата}}{\text{высота двух ступеней}} = \frac{0{,}550\text{ м}}{1{,}032\text{ м}} = 0{,}533\,(-0{,}003).$$

3.20. Антропоморфизм Парфенона (очеловечивание путем образной ассоциации) проведен последовательно и до конца, и с образом идеального человека соединяется храм не только соразмерностью и пропорцией, но и абсолютными размерами. Греки придавали числу первейшее значение. Пользовавшимся десятичной системой счета грекам, как и древним египтянам, понятия "десять", "сто", "тысяча" представлялись в иерархическом строе величин прямыми аналогами единице, но только более высокого

порядка. Стоящий на земле человек – единица, и мера его на земле – стопа, т.е. 1 фут. Стилобату Парфенона дана мера – 100 футов. Этот размер определяет ширину стилобата, из которой возникли длина стилобата, высота ордера, размеры целлы, помещенной за колоннами, и все членения ордера – в развитии цепи пропорциональных зависимостей. Масштаб Парфенона определил 10-кратный человек – образ божества. Ширина стилобата – 10 стоп гиганта; плоскость стилобата, на которой стоит храм, поднята над скалой за счет основания на 1 оргию (6 футов), т.е. на 1:10 роста гиганта; высота храма от верха скалы до верха венчающего карниза примерно 50 футов, т.е. 10-кратное тело σωμα, а включая поле фронтона – 60 футов, так же как человек до корней волос, по Витрувию.

Живое дыхание камня

3.21. Итак, философские представления античной Греции, учение о прекрасном и гармонии в Парфеноне полностью слиты с практикой строительства, воплощены в материал. Мы можем по достоинству оценить эффект, здесь достигнутый. Художник опирался на ясное представление о природе гармонии, и чувственное восприятие убеждает нас в силе и могуществе разума, проявленного в области художественного творчества. Но было бы ложным представить себе Парфенон тождественным геометрической схеме. Мы до сих пор рассмотрели только вопрос принципиальной структуры, приема, но не пронаблюдали чрезвычайно важных нюансов. Мы заметили, что отклонение от числа $0{,}447=1:\sqrt{5}$ в большую или меньшую сторону тоже как будто бы не случайно: число 0,444 систематически повторено; так же точно мы не встретили и колонны и пропорции бокового фасада, точно сплоченных отношением 1:5. Рядовая колонна оказалась немного стройнее, угловая – массивней. Мы ни слова не сказали о том, что угловые колонны сближены, и не рассмотрели логики, установившей шаг угловой колонны, не отметили, что шаг колонн 4,295 м преобладает, является средним, но тем не менее расстояние между рядовыми колоннами также колеблется от 4,290 до 4,300 м на восточном и от 4,292 м до 4,299 м на западном фасадах, а на боковых фасадах – от 4,263 до 4,301 м. Мы также пока не знаем, как связан основной размер Парфенона – высота ствола колонны – с начальным размером в 100 футов и как этот начальный размер в 100 футов, в свою очередь, связан с размером в плане евтентерия, с которого, собственно, и началось возведение храма, как определены размеры целлы, поделен храм на храмы Афины и храм Парфенос и т.д.

Геометрическая схема – еще не архитектура.. Необходимо еще и подлинное проникновение в природу оптических поправок, опыт мастера в отношении определенной сложившейся композиционной структуры, позволяющий безошибочно установить иерархию меньшего и большего, необходима игра размеров, которая сообщает гармонизованной, но мертвой геометрии живое человеческое дыхание.

Схема, которую мы рассмотрели, тождественна драгоценному камню, который необходимо тщательно отшлифовать.

3.22. Именно с целью придать формам живое дыхание и учесть оптические эффекты, то зрительно укорачивающие стойку и лишающие ее стройности (стойка без лежащей на ней плиты кажется стройнее, чем нагруженная), то заставляющие видеть предмет более массивным, чем он на самом деле, мастер приме-

нил две соразмерности. Так, отношение нижнего диаметра рядовой колонны не 0,2 высоты ствола, а только (−0,0033), в то время как то же отношение в угловой колонне более чем 0,2 и равно 0,2015–0,1967 (+0,0015).

Поправки кажутся не случайными, потому что они увязаны со средним числом и друг с другом той же связью 15:33–1: $\sqrt{5}$ и, кроме того, увязаны с пропорциональным числом 0,447, также разложенным на два отношения — более контрастное 0,444, которое господствует в главных размерах храма, и на смягченный контраст порядка 0,449. Связаны они снова-таки по правилу среднего отношения: $0{,}449^2 = 0{,}2016$ и $0{,}444^2 = 0{,}1971$.

3.23. Существует в Парфеноне цепь взаимосвязи, соединяющая наименьшее этой цепи — высоту капители и ее наибольшее — протяженность храма по боковому фасаду. Это от большего к меньшему — длина стилобата, ширина стилобата и высота ордера. Цепь продолжается производной от среднего ее звена (ширина стилобата) цепью из шести звеньев, которую образуют от меньшего к большему высота ствола колонны, ширина целлы и длина целлы и построенная во встречном направлении ветвь от большего к меньшему — высота ствола колонны, шаг колонн, диаметр колонны, высота капители.

Таким образом, среднее храма — ширина стилобата — породило и собственно храм (задало ширину целлы) и ордер колоннады (задало высоту ствола). Поскольку ширина храма есть среднее его высоты и длины, то ясно, что высота ордера есть 100 футов: $\sqrt{5}$. Иктин вторично реализует размер в 100 футов, разделив его на две неравные части в отношении 1: $\sqrt{5}$. Больший отрезок задает ширину целлы и меньший — высоту ствола колонны, сыгравшую ключевую роль в построении архитектурного образа. Пропорция буквально осуществила изреченное Гераклитом определение гармонического единства: "Из одного — все, из всего — одно". Ведь храм фактически сложен из множества отдельных частей (из всего — одно), и в то же время размер каждой части, где б она ни находилась, происходит из общего для всех размеров истока — единицы меры Парфенона, ширины стилобата в 100 футов (из одного — все):

$$\frac{\text{высота ствола колонны}}{\text{ширина целлы*}} = \frac{9{,}570\ \text{м}}{21{,}534\ \text{м}} \approx \frac{1}{\sqrt{5}} = 0{,}444\,(-0{,}003);$$

$$\frac{\text{ширина целлы*}}{\text{глубина целлы*}} = \frac{21{,}534\ \text{м}}{48{,}250\ \text{м}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = 0{,}445\,(-0{,}002);$$

$$\frac{\text{глубина храма Парфенос}}{\text{глубина храма Афины}} = \frac{13{,}363\ \text{м}}{29{,}746\ \text{м}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = 0{,}449\,(+0{,}002);$$

$$\frac{\text{высота капители}}{\text{нижний диаметр колонны}} = \frac{0{,}860\ \text{м}}{1{,}928\ \text{м}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = 0{,}446\,(-0{,}001).$$

3.24. Отметим еще одну деталь, характерную для пропорционального строя хорошо гармонизированного архитектурного сооружения. Греки не только строят ритмы вертикальных членений или горизонтальные ритмы — они прежде всего создают пропорцией трехмерную пространственную структуру. Любая триада главной цепи соответствий включает три пространственные характеристики: ширину, высоту и глубину. Пропорция тем самым определяет не чертеж, а реально воспринимаемое трехмерное пространство: достоинство сооружения заключено не в обманчивом впечатлении графического изображения, способном чаровать глаз и исчезать при переводе в натуру, а в подлинной организации пространства, которая только в натуре и проявится в полной мере.

* Измерение по внешним линиям стен.

Глубина (диаметр колонны) есть среднее высоты (капители) и ширины (шаг колонн). Так же точно ширина (шаг колонн) есть среднее для высоты δομα и глубины (диаметр колонн), как и ширина (стилобата) есть среднее для высоты (ордера) и глубины (храм в целом).

3.25. Логика сопоставления размеров в Парфеноне преследует цель максимальной игры и разнообразия, но не становится при этом ни разу чисто формальной и лишенной архитектурного и ясного смысла. Разнообразие необходимо исходит для пытливого ума из того, что в разной ситуации одна и та же в принципе деталь звучит по-разному и требует различной манеры сравнения. Тому прекрасная иллюстрация — определение высоты капители.

Капитель завершает ствол колонны, соединяет строго прямолинейные формы камней архитрава с пластическим телом колонны. В капители отчетливо видны три стадии взаимопроникновения плоскостного, прямоугольного и пластичного, круглого навстречу друг другу. Абака, расположенная сверху, подобна камням архитрава. Шейка капители — внизу — продолжает в себе тело колонны: встреча двух тем завершается в упругом, почти прямолинейном профиле эхина. Капитель завершает собой ствол колонны, колонна — причина ее рождения, и потому размер капители определен стволом колонны. Высота капители связана с диаметром колонны, как 1: $\sqrt{5}$.

Рассматривая эволюцию античной пропорции на примере Эрехтейона, построенного более раскованно и свободно, мы имеем возможность пронаблюдать во всех трех его портиках, что и высота капителей Эрехтейона также производна из диаметров колонн, которые они завершают. Но какое существенное при этом отличие!

Главный акцент в образе Парфенона, строгом, мужественном, лаконичном и сильном, — на стволах колонн, поднятых над уровнем глаз зрителя в своем основании. Высота капителей здесь сопоставлена с нижними диаметрами колонн. В изящном ионийском ордере Эрехтейона все внимание приковано к великолепно прорисованным волютам капителей и декоративному поясу фриза. Если мощные колонны Парфенона утонены вверху, то изящные вытянутые пропорциями колонны Эрехтейона можно назвать утолщены книзу. В Эрехтейоне высота капителей сопряжена с верхними диаметрами. Наконец, прямое свидетельство Витрувия подтверждает вполне логичную связь высоты капители с диаметром колонны: "Соразмерность этой (коринфской) капители быть такова, чтобы высота ее вместе с абакой равнялась толщине нижней части колонны" [13, с. 80].

3.26. Угол в античном периптере завершает протяженный фасад, останавливает ритм горизонтальных членений, останавливает движение, подчеркивая самостоятельность и завершенность фасада храма. Акцент угла в Парфеноне подчеркнут двояко. Угловая колонна мощнее и сближена с остальными. Отношение ее верхнего диаметра к нижнему менее контрастно, чем в рядовой колонне. Таким образом, колонны Парфенона расставлены, как люди, несущие тя-

желую плиту: сильные держат ее, сгрудившись у углов, остальные помогают, поддерживая посредине.

Иктин находит нужный ему размер, определяющий шаг угловой колонны, руководствуясь методом аналогии и связью $1:\sqrt{5}$. Коль скоро шаг рядовой колонны соотнесен с высотою ствола колонны (организуется между собой то, что несет нагрузку), то шаг угловой колонны, где зрительно принята и несома вся главная тяжесть, поставлен в зависимость от нагрузки на ствол колонны. Он принимает шаг угловой колонны за больший размер, распределенный на две равные части, по числу двух угловых пролетов:

$$\frac{\text{высота антаблемента}}{\text{шаг угловой колонны}} = \frac{3{,}297\text{ м}}{3{,}680\text{ м}} =$$

$$=0{,}894 = \frac{1}{\sqrt{5}}\,2 = 0{,}447\cdot 2.$$

То, что мы выяснили, связано и с "дыханием" Парфенона. Отметим, что соразмерность главного фасада и соразмерность бокового фасада соответствуют друг другу и обусловлены соразмерностью ствола рядовой колонны: они суть 0,444 и 0,197, где $0{,}444^2 = 0{,}197$, т.е. $1:0{,}444 = 0{,}444:0{,}197$. И в то же время ритм рядовых колонн, заданный шагом этих колонн, определился числом 0,449 (см. 3.16): ритм рядовых колонн приведен в соответствии с соразмерностью угловой колонны, которой этот ритм остановлен $1:0{,}449 = 0{,}449:0{,}2015$.

3.27. Осталось понять, откуда возник размер евтентерия в плане — прямоугольник закладки храма. Здесь снова рассуждение по аналогии. Ствол колонны — драгоценное ядро образных ассоциаций и ключ к Парфенону, определен как меньшая часть от деления ширины стилобата в отношении $1:\sqrt{5}$. И так же точно, как высота ствола колонны связана с шириной стилобата, так же связаны между собой высота всей колонны и ширина евтентерия:

$$\frac{\text{высота ствола колонны}}{\text{ширина стилобата}} = \frac{9{,}570\text{ м}}{30{,}87\text{ м}} =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{5}+1} = 0{,}31\,(+0{,}001);$$

$$\frac{\text{высота колонны}}{\text{ширина евтентерия}} = \frac{10{,}43\text{ м}}{33{,}91\text{ м}} =$$

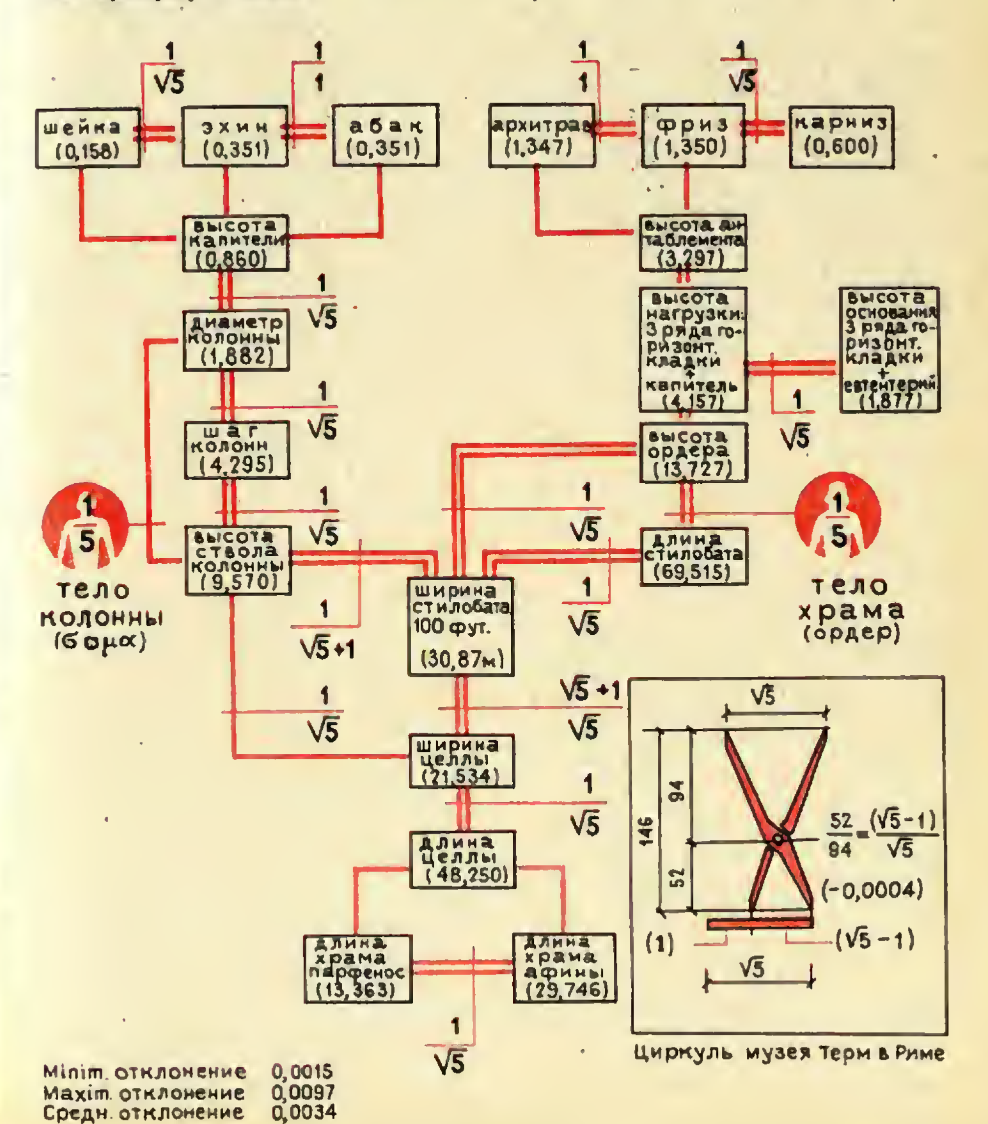
$$= \frac{1}{\sqrt{5}+1} = 0{,}308\,(-0{,}001).$$

Инструмент античного мастера

3.28. Предоставим теперь слово главному свидетелю — античному пропорциональному циркулю, хранящемуся в музее Терм в Риме (рис. 126). Этот циркуль установлен наглухо на отношении, позволяющем на одном дыхании, без единого холостого движения, осуществить всю логическую цепь соразмерностей Парфенона и проследить, как из ширины стилобата технически мог быть осуществлен чертеж фасадов и планов Парфенона. Всего 15 позиций циркуля — 14 изменений, последовательно порождаемых общим отрезком начала — ширины стилобата, — дают возможность найти 21 размер, определивший все основные размеры фасада и плана.

Пропорциональные циркули античности описаны Н. Бруновым: ". . . Пропорциональный циркуль, хранящийся в Национальном музее в Неаполе, найден при раскопках в Помпее. Этот пропорциональный циркуль наглухо закреплен на отношении золотого сечения. Вся его длина составляет 146 мм (что равняется половине римского фута), причем большие его отрезки имеют длину 90 мм, а малые 56 мм".

126. Пропорциональное дерево Парфенона. Исток размерам дает ширина стилобата — 100 футов (обмерные величины по Н. Баланосу [60] приведены в скобках). Две симметричные ветви приводят к зеркально-симметрично расчлененным на три части архитраву и капители (см. рис. 123,4). Третья ветвь определяет размеры и членения целлы; внизу — пропорциональный циркуль музея Терм в Риме, установленный на отношение $(\sqrt{5}-1):\sqrt{5} = 0{,}553$, позволяет легко осуществить пропорцию Парфенона (0,447+0,553=1). 14 последовательных измерений, начатых с измерения отрезка, изображающего ширину стилобата, позволяют найти 21 размер — все главные части храма, показанные на рис. 123 и 125, и раскрывают логику образных ассоциаций.



"Но кроме Неаполитанского циркуля, до нас дошли еще целых три античных пропорциональных циркуля. Все три, как и Неаполитанский циркуль, представляют собой раз навсегда закрепленные и непередвижные пропорциональные циркули. Ни один из них не поставлен на золотое сечение. Римский пропорциональный циркуль в Музее античного прикладного искусства в Мюнхене имеет длину 201 мм, которая разделена на отрезки длиной в 134 и 67 мм. Римский пропорциональный циркуль в немецком музее имеет длину 219 мм, разделенную на отрезки длиной в 146 и 73 мм. Оба циркуля в Мюнхене поставлены, таким образом, на удвоение отрезков, что связано с формой квадрата и прямоугольника, стороны которого относятся друг к другу, как 1 к 2".

"Римский пропорциональный циркуль в музее Терм в Риме имеет длину 146 мм, которая разделена на отрезки длиной 94 и 52 мм; он закреплен на отношении, близком 5:9" [6, с. 9–10].

Итак, два из четырех циркулей установлены точно на удвоение: 73:146=67:134=1:2. Третий на золотое сечение: 56:90 = 0,622 (+0,004). А четвертый, близкий к отношению 5:9–0,555, на самом деле с абсолютной точностью установлен на отношении 0,553, которым число 0,447 дополняется до 1 (0,447 + +0,553=1)·52:94=0,553.

Таким образом, все четыре пропорциональных циркуля выражают одну и ту же геометрическую фигуру – двойной квадрат, стороны которого есть 1 и 2, а диагональ – $\sqrt{5}$.

Циркуль золотого сечения определяет отношение

$$\frac{\sqrt{5}-1}{2} = 0{,}618.$$

Циркуль удвоения, или дихотомии, 1:2=0,500.

Циркуль диагональной связи, числитель и знаменатель которого включают диагональ двойного квадрата, $\frac{\sqrt{5}-1}{\sqrt{5}} = 0{,}553$. И этот последний позволяет с такой же, как циркуль Парфенона (1: $\sqrt{5}$), легкостью, а местами и большей, осуществить всю размерную структуру этого храма на чертеже.

3.29. Если большим раствором циркуля 0,553 измерить отрезок и затем отложить на нем величину, которая установится при этом на малом растворе циркуля, – меньший из двух полученных отрезков будет связан с исходным, как 0,447 и 1. Пользуясь циркулем, аналогичным циркулю музея Терм в Риме, можно не только легко получить размеры цепи соответствий Парфенона, но и выполнить такую операцию, как деление ширины стилобата на части, дающие три ветви пропорционального дерева, одним измерением.

Располагая прямоугольным треугольником и пропорциональным циркулем, читатель при желании может осуществить чертеж Парфенона, задавшись произвольным отрезком и считая его за ширину стилобата 100 футов. Проделать это интересно, ибо при этом отчетливо выявляется логическая последовательность связей. Пропорциональный циркуль следует установить на отношение 0,447:1=1:2,236.

А. Проведем линию, означающую ширину стилобата. Измерив ее малым раствором циркуля, найдем на большем растворе длину стилобата и построим прямоугольник плана. Измерив ту же исходную величину большим раствором, на малом получим высоту ордера – от верха стилобата до верха карниза.

Б. Расставим ножки циркуля так, чтобы сумма отрезков, полученных на концах циркуля, равнялась исходному отрезку. (Если построение выполнять циркулем 0,553, то такой подгонки не требуется: измерив ширину стилобата большим раствором циркуля, мы сразу находим на меньшем отрезке ширину целлы, а остаток 1–0,553 и есть 0,447 – высота ствола колонны). Меньшим раствором нанесем на фасад высоту ствола колонны, а большим – на план ширину целлы.

В. Закончим разбивку плана целлы. Измерив ширину целлы меньшим раствором, находим на большем ее длину. Разделив ее в отношении 0,447:1, как мы делили ширину стилобата, найдем этим приемом глубину храма Афины (1) и глубину храма Парфенос (0,447) – за вычетом толщины стен, потому что сопоставляется глубина по внутреннему пространству.

Г. Закончим определение крупных членений фасада по вертикали. Для этого, измерив большим раствором пояс нагрузки на стволы колонн, отложим от прямоугольника фасада высоту основания, которая установилась на малом растворе циркуля. Измерив большим раствором высоту ствола колонны, отложим вверх от прямоугольника фасада высоту фронтона, которая установилась на малом растворе, а также разметим оси колонн тем же размером.

Д. Измерив шаг колонн большим раствором, на малом получим диаметры колонн, а измерив большим раствором диаметры колонн, отложим вверх от ствола высоту капители и выделим тем самым ширину антаблемента.

Е. Измерив высоту антаблемента малым раствором, на большем получим два шага угловой колонны: разделим его пополам и отложим на чертеже фасада. Измерив полную высоту колонны малым раствором, находим ширину евтентерия, которая равна сумме растворов большого и малого.

Ж. Делим высоту антаблемента на три части так, чтобы больший раствор циркуля уложился в ней два раза, а меньший – один. Мы нашли архитрав, фриз и карниз. Аналогично делится капитель.

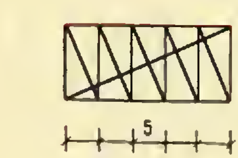
3.30. Итак, ножки циркуля 13 раз занимали некоторую позицию. 12 изменений раствора позволили найти 20 главных размеров: число операций и полезных результатов соотносится, как вершины и грани икосаэдра. Это великолепный по экономности результат. Мы вправе считать, что античные архитекторы, как и скульпторы, пользовались пропорциональными циркулями, установленными на разные отношения, но объединенные определенной общностью – принадлежностью двойному квадрату. Это применение математического отношения, закрепленного инструментом, было в высокой степени осмысленным и не случайным, выверенным не только ясной логикой, но и опытом искусства. То, что мы рассмотрели, нельзя отнести к категории математической: пропорция, с которой мы ознакомились, есть категория искусства – архитектурная пропорция.

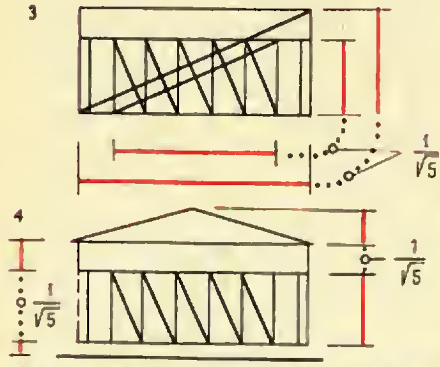
3.31. Геометрия подобий представляла, несомненно, хорошо развитую область практического знания философов и особенно зодчих античной Греции. Всякого переступившего порог философской школы Платона в Кротоне встречала, по преданию, надпись "Пусть не знающий геометрии не входит сюда". Пропорциональные циркули античности, предназначенные для осуществления геометрического подобия, и размерная структура Парфенона достаточно ясно о том свидетельствует. То, что нам может показаться в размерной структуре Парфенона удивительным совпадением, в действительности легко достигалось, причем сознательно, потому что было банальным знанием из области геометрии подобий. Это, по существу, элементарные теоремы забытой теперь геометрии аналогий.

Так, рассматривая пропорцию главного фасада Парфенона, мы встречаем две теоремы подобия.

Ключевая операция, определившая рождение трех ветвей пропорционального дерева Парфенона (из ширины стилобата возникают три начальных звена цепей пропорциональных отношений: высота ордера, ширина целлы и высота ствола колонны), – элементарная задача геометрии на деление в пропорциональном отношении. Если дан прямоугольник с любым отношением сторон, то достаточно провести его диагональ и разделить ее биссектрисой прямого смежного угла. Ту же задачу решает одним раствором циркуль музея Терм в Риме. С таким же лаконизмом в композиции главного фасада использована еще одна общая теорема на подо-

127. Элементарные задачи геометрии подобий, использованные Иктином
1 – пересечение диагонали любого прямоугольника с биссектрисой прямого угла делит диагональ и стороны его на отрезки, пропорциональные отношению сторон. Одной этой операцией найдены на фасаде Парфенона ширина целлы, высота ствола колонны и завершение ордера – антаблемент и капитель; 2–4 – любой прямоугольник $\sqrt{N}$ состоит из N подобных ему прямоугольников $\sqrt{N}$. Это условие могло существенно влиять на выбор восьмиколонного портика. Пять средних интерколумниев (две крайние колонны сближены с остальными) позволяют осуществить аналогию соразмерности частей целому: фасад храма, его средние пять интерколумниев и каждый из интерколумниев – один и тот же прямоугольник $\sqrt{5}$





бие – для определения ритма расстановки колонн.

Любой прямоугольник $\sqrt{N}$ делится на N прямоугольников $\sqrt{N}$. При этом меняется ориентация: мажор расчленяется на минор и минор – на мажор. Поскольку тема соразмерности храма 1:5 и пропорция 1: $\sqrt{5}$, ритмический строй фасада строится на этих же отношениях. Это, бесспорно, удобно решает восьмиколонный портик. Шесть рядовых колонн образовали пять прямоугольников $\sqrt{5}$-мажор, замкнутых общим прямоугольником $\sqrt{5}$ -минор,который, в свою очередь, вложен в прямоугольник $\sqrt{5}$ -минор, представляющий очертания ордера на главном фасаде. И быть может, выбор восьмиколонного портика, а не шестиколонного или 10-колонного связан именно с этими геометрическими отношениями, позволяющими получить принципиальную схему, уже в основе своей звучащую как сложный аккорд. Этот аккорд логично и с блеском завершен прибавлением к прямоугольнику фасада основания, на котором он стоит, и фронтона, который его завершает: они связаны с горизонтальными частями прямоугольника фасада тем же ритмом $\sqrt{5}$. То, как в деталях промоделирована эта тема в членениях ордера и колонны, мы уже видели ранее (см. рис.50).

Эрехтейон. Синтез художественной свободы и математического расчета. Понятие αναλογία

3.32. Парфенон – исключительный пример последовательности логического мышления художника. Фасад Парфенона представляет "сборник упражнений" на задачи по аналогии. Все его модуляции словно бы иллюстрируют одну глобальную идею, занимавшую сознание современников Иктина и отраженную в представлении о совершенном, выраженном Платоном: "Живому существу, которое должно содержать в себе все живые существа, подобают такие очертания, которые содержат в себе все другие" или ранее досократиками: "Миры, находящиеся под землей, равны по числу и подобны по формам мирам, находящимся над ней". Убежденность в том, что подобное в мириады раз прекраснее неподобного, определяла отношение античного зодчего к формообразованию.

Предельный лаконизм, простота, целостность созданы многократно повторенной аналогией, но решенной с большой изобретательностью, в разнообразных ритмах. Образ храма, понимание действительных сопоставлений, определяющих этот образ в процессе зрительного восприятия, учет оптических коррективов, придание формам храма живого дыхания здесь слиты в одно, проникают друг в друга, и чувственное восприятие форм и пространства Парфенона тождественно красоте и ясности логики, установившей его размерную структуру.

Но было бы глубокой ошибкой видеть в примере Парфенона эталон античной пропорции и обязательность подобной дисциплины суждений. Мышление античного зодчего свободно, и различны его задачи.

Идея главного храма потребовала форму, выражающую глобальность и строгость космоса. Между тем метод аналогии и пропорциональные циркули – не более чем точно настроенный гармонический инструмент для музыканта и композитора. Они не сковывают его свободы, его фантазии. Напротив! Только владея методом и только располагая отлично приспособленным инструментом можно свободно представить себе образ и воплотить его в форму. Как столяр, не имея хорошо прилаженного и наточенного инструмента, не примется за работу, так же и зодчий, не имея инструмента организации пространства, не должен браться за эту задачу, ибо наперед ясно, что части создаваемого им целого не будут искусно соединены друг с другом. Зато владея таким инструментом, можно с уверенностью предпринимать построение сложной и новаторской формы, не допуская грубых просчетов. Опыт истории свидетельствует, что структуры архитектурных сооружений, как правило, консервативны. Как сама природа бесконечно повторяет созданные ею виды жизни, так же и архитектура может варьировать одну и ту же конструктивную схему. Таковы культовые постройки разных эпох: треугольная пирамида, дорический периптер, базилика, готическая шатровая или крестовокупольная церковь.

Появление в храмовой архитектуре античной Греции Эрехтейона внезапно. Оно могло быть обусловлено тем, что метод гармоничного построения пространственной формы был создан. Он способствовал достижению совершенства в дорическом периптере. Исчерпав аналогию на этом пути, мастера обратились к задаче прямо противоположной.

3.33. "У греков, – говорит Виоле ле Дюк, – существовали две философские школы, подобно тому, как у них были две художественные школы: дорийская, или пифагорейская, и ионийская. Первая из этих двух школ признает абсолютное единство и исключает всякое различие – все едино; вторая, чисто эмпирическая, признает, наоборот, бесконечную делимость, различие без тождества, видимость без господствующей причины, движение без единого двигателя. Из этих двух школ, учение одной из которых сводится к теизму, а другой – к пантеизму, афиняне создали систему, применимую к искусствам; взяв у дорян принцип единства, у ионян – эмпиризм, они, подчинив вместе с тем архитектуру абсолютному принципу, единой образующей, предоставили художнику, т.е. индивидуальности, свободу, приводящую к разли-

чиям, к разнообразию, — замечательный синтез, давший у них шедевры" [12, с. 394]. Свободный, изящный, сложный по композиции Эрехтейон как образ противопоставлен строгому Парфенону. Два этих храма составляют вместе главное звено единого ансамбля Акрополя, и оба они построены методом аналогии и связаны общей математической закономерностью. Парфенон ассоциировал идеальное мужское тело, выстроил образ лаконичной и сдержанной силы. Его композиция, откуда бы она ни раскрывалась, одинаково завершена и понятна. Скромный по абсолютным размерам Эрехтейон, композиция которого сложна и с любой видовой точки недосказана, побуждает желание двигаться, рассмотреть, познать. Эрехтейон — символ женственности, ансамбль, поражающий неожиданной сменой картин. И вместе с тем каждая его часть, каждый портик абсолютно завершены в себе, это тонко прорисованные независимые архитектурные сооружения. Но в целом композиция его асимметрична, и ни одну его часть нельзя изъять, не нарушив равновесности целого.

3.34. В Эрехтейоне все продиктовано Парфеноном. Мужественности главного храма противопоставлена женственность; его монументальности — изящество; однородности форм — их разнообразие; статичной симметрии — динамизм и асимметрия; колоннаде северного фасада Парфенона — гладкая квадровой кладки стена Эрехтейона, и даже абсолютные размеры Эрехтейона производны из Парфенона. Словно Ева, созданная из Адамова ребра, главный восточный портик Эрехтейона приравнен в высоту колонне Парфенона, хотя равенство это не буквально, а символично (10,55 и 10,43 м).

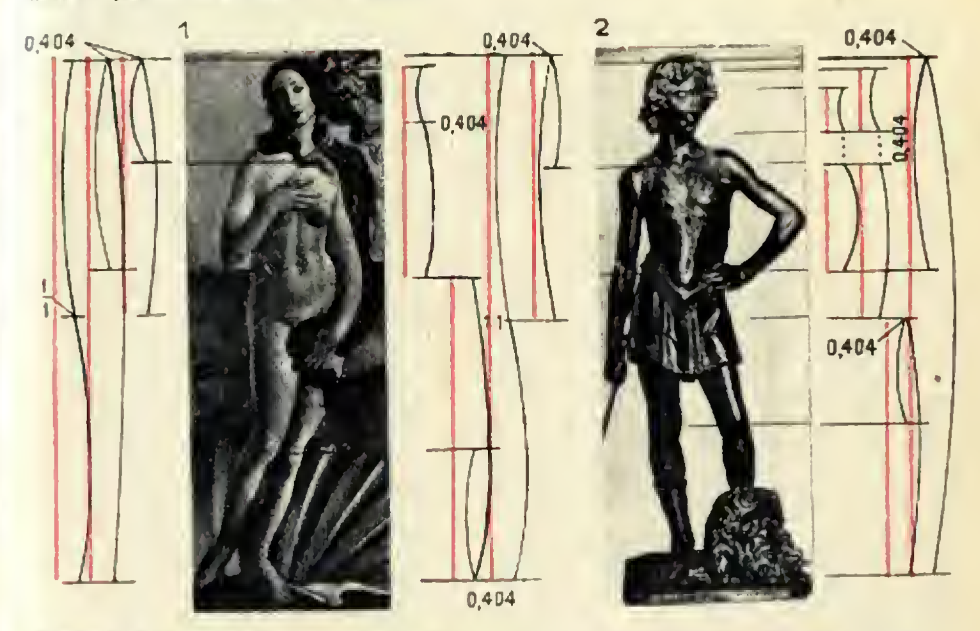
Пропорция Парфенона продолжена в пропорции Эрехтейона. Она применена либо в чистом виде, как $1:\sqrt{5}$, либо, чаще, в удвоенном — как $1:2\times\sqrt{5}$, либо $2:\sqrt{5}$. Но наряду с этим Эрехтейону присуща своя тема, составляющая лейтмотив его соразмерности. Это связь $1:2(\sqrt{5}-1)=0{,}4045$, что создает более сильный контраст, чем $1:\sqrt{5}=0{,}447$. Она ассоциирует женское тело и тело подростка (рис. 128). Прием удвоения пропорции Парфенона в Эрехтейоне особенно выразителен в самой колонне, соразмерность которой вдвое стройнее. Если колонны Парфенона определены, как 1:5, то в Эрехтейоне это 1:10. Эрехтейон приводит на память проникновенные слова Поля Валери, которые хотя и обращены в другой адрес, но абсолютно здесь приложимы: "Там, где прохожий видит лишь красивую часовню, я оставил память о светлом дне моей жизни. Этот хрупкий храм (никто об этом не знает) есть математический образ дочери Коринфа, которую я любил столь счастливо. Он верно воспроизводит пропорции ее прекрасного тела" [20, с. 132].

3.35. Рассмотрим, каковы пропорции портиков Эрехтейона и как они взаимосвязаны между собой. Для осуществления размерной структуры храма зодчему нужны были два пропорциональных циркуля: циркуль Парфенона $1:\sqrt{5}$ и циркуль для построения лейтмотивов Эрехтейона, установленный на отношение $1:(\sqrt{5}-1)$. Если этим циркулем меньший размер устанавливать дважды (удваивать), возникает связь золотого сечения 0,618; если удваивать больший отрезок — возникает лейтмотив Эрехтейона 0,404.

Восточные фасады Парфенона и Эрехтейона ориентированы в сторону, обратную входным пропилеям, но они обращены к алтарю Афины и являются главными фасадами. Полная высота восточного портика, как уже отмечалось, равна колонне Парфенона, а ширина стилобата производна от этой колонны:

128. Парфенон ассоциировал силу и красоту мужского тела. Его пропорция $1:\sqrt{5}=0{,}447$. Стройный и прихотливый Эрехтейон ассоциирует женское тело или тело подростка. Лейтмотив его пропорции $1:2(\sqrt{5}-1)=0{,}4045$

1 — фрагмент картины Сандро Боттичели "Рождение Венеры"; 2 — Давид. Скульптор Вероккио



$$\frac{\text{высота колонны Парфенона}}{\text{ширина стилобата портика}}=\frac{10{,}430\text{ м}}{11{,}634\text{ м}}=\frac{2}{\sqrt{5}}=0{,}896\,(+0{,}002).$$

Шаг колонн связан с высотой портика, как 1:5:

$$\frac{\text{шаг колонн}}{\text{высота портика}}=\frac{2{,}114\text{ м}}{10{,}550\text{ м}}=0{,}200\,(0{,}000).$$

Глубина портика, определенная по стилобату, связана с шагом колонн, как $\sqrt{5}$ и 2:

$$\frac{\text{шаг колонн}}{\text{глубина портика}}=\frac{2{,}114\text{ м}}{2{,}370\text{ м}}=\frac{2}{\sqrt{5}}=0{,}892\,(-0{,}002).$$

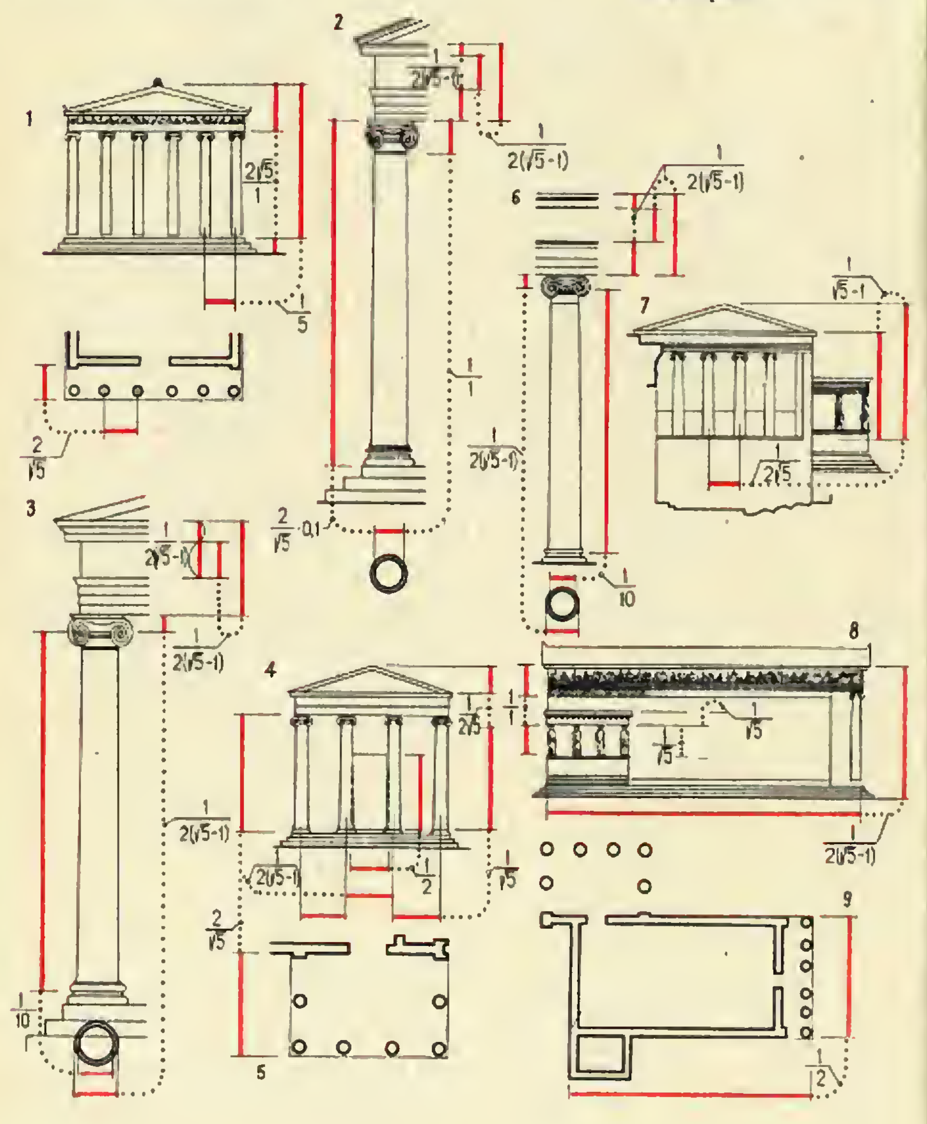
Диаметр колонны поставлен в связь с ее высотой, подобно тому как это имеет место в Парфеноне. Это связь 1:10, одна для всех трех портиков, но варьированная поправками, что придает портикам то же живое дыхание, о котором позаботился в свое время — но другим приемом — Иктин. Эта связь определяется для верхнего диаметра ствола колонны (см. 3.25):

$$\frac{\text{верхний диаметр ствола колонны}}{\text{высота колонны}}=\frac{0{,}580\text{ м}}{6{,}586\text{ м}}=\frac{1}{10}\cdot\frac{2}{\sqrt{5}}=0{,}0894\,(0{,}000).$$

Антаблемент трехчастный: пропорциональное его членение установлено для конструктивной высоты блоков, по швам между камнями карниза, фриза и архитрава, та же как в Парфеноне. Здесь тот же прием анало-

129. Колонна Парфенона имеет соразмерность 1:5. Колонна Эрехтейона вдвое стройнее 1:10 (2, 3, 5). Пропорция Парфенона встречается в Эрехтейоне, но применяется с удвоением. Это 1:2 √5 либо 2: √5. В портике кор, обращенном к Парфенону, связь √5 повторена буквально, без изменений

1, 2 – фасад, план и ордер восточного главного портика; 3 – 5 – ордер фасад и план северного портика; 6, 7 – ордер и фасад западного портика; 8 – южный фасад; 9 – план храма



гии. И так же высота фриза увязана с высотой антаблемента:

$$\frac{\text{высота фриза}}{\text{высота антаблемента}} = \frac{0{,}617\ \text{м}}{1{,}531\ \text{м}} = \frac{1}{(\sqrt{5}-1)\cdot 2} = 0{,}403\ (-0{,}001);$$

$$\frac{\text{высота карниза}}{\text{высота архитрава}} = \frac{0{,}259\ \text{м}}{0{,}693\ \text{м}} = \frac{1}{(\sqrt{5}-1)\ 2} = 0{,}411\ (+0{,}007).$$

В высоту капитель (декоративная) равна верхнему диаметру колонны, как это и определено у Витрувия – в принципе (см. 3.25). Они равны соответственно 0,586 и 0,589 м.

Полная нагрузка на колонны, включая фронтон, согласована с невысоким основанием храма связью $2\sqrt{5}$ к 1 – удвоенной связью Парфенона:

$$\frac{\text{основание под колоннами}}{\text{антаблемент + фронтон}} = \frac{0{,}732\ \text{м}}{3{,}232\ \text{м}} = \frac{1}{2\sqrt{5}} = 0{,}226\ (+0{,}003).$$

3.36. В северном портике, наиболее изящном и крупном, четырехколонном – два шага колонн. Осевые колонны чуть сближены, а два боковых интерколумния решены немного свободнее. Средний шаг выражает основную, заглавную тему образа и установлен отношением: $1:(\sqrt{5}-1)\,2 = 0{,}405$:

$$\frac{\text{шаг колонн}}{\text{высота колонны}} = \frac{3{,}097\ \text{м}}{7{,}635\ \text{м}} = \frac{1}{(\sqrt{5}-1)\,2} = 0{,}4056\ (+0{,}001),$$

причем расстояние в осях соотнесено с полной высотою колонны, включая базы и капитель.

Боковые же пролеты определены буквально и точно так же, как шаг в колоннаде Парфенона. Расстояние в осях соединено с высотой ствола колонны тем же, что и в Парфеноне, отношением

$$\frac{\text{шаг колонны}}{\text{высота ствола колонны}} = \frac{3{,}149\ \text{м}}{7{,}062\ \text{м}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = 0{,}446\ (-0{,}001).$$

С высотой ствола колонны согласована высота фронтона

$$\frac{\text{высота фронтона}}{\text{высота ствола колонны}} = \frac{1{,}582\ \text{м}}{7{,}062\ \text{м}} = \frac{1}{2\sqrt{5}} = 0{,}224\ (0{,}000).$$

Антаблемент расчленен в отношении главной темы по методу аналогии тем же приемом тройного членения, которым расчленены основание Парфенона и антаблемент восточного портика Эрехтейона, но снова своеобразно, с определенным живым нюансом:

$$\frac{\text{высота карниза}}{\text{высота фриза}} = \frac{0{,}275\ \text{м}}{0{,}683\ \text{м}} = \frac{1}{(\sqrt{5}-1)\,2} = 0{,}4026\ (-0{,}002);$$

$$\frac{\text{высота фриза}}{\text{высота антаблемента}} = \frac{0{,}683\ \text{м}}{1{,}678\ \text{м}} = \frac{1}{(\sqrt{5}-1)\,2} = 0{,}407\ (+0{,}002).$$

Так же определена и капитель в своем конструктивном размере:

$$\frac{\text{высота капители}}{\text{нижний диаметр колонны}} = \frac{0{,}334\ \text{м}}{0{,}827\ \text{м}} = \frac{1}{(\sqrt{5}-1)\,2} = 0{,}404\ (-0{,}001).$$

Пространство северного портика имеет глубину. Оно так же соотнесено с высотой колонны:

$$\frac{\text{глубина стилобата}}{\text{высота колонны}} = \frac{6{,}823\ \text{м}}{7{,}635\ \text{м}} = \frac{2}{\sqrt{5}} = 0{,}894\ (0{,}000).$$

Остается сказать о колонне. Отношение ее верхнего диаметра к высоте ствола 1:10. Она вдвое стройней колонны Парфенона:

$$\frac{\text{верхний диаметр}}{\text{высота ствола колонны}} = \frac{0{,}7044\ \text{м}}{7{,}062\ \text{м}} = \frac{1}{10} = 0{,}0997\ (0{,}000).$$

3.37. Западный портик обращен к пропилеям. Его трехчетвертные колонны высоко подняты над уровнем земли на стену и соединены со стеной. Антаблемент западного портика с необходимостью воспроизводит антаблемент восточного (по общей высоте отличается на 8 мм). Но колоннада имеет меньшую высоту, колонны сомкнуты более тесно за счет угловых антов, и зодчий должен был привести в соответствие антаблемент и колонны, которые он венчает в новой интерпретации, но не ломая пропорционального строя и принципа аналогии. Чтобы достичь этого, самым естественным было бы поставить в пропорциональную связь колонну западного портика от восточной. Это коснулось диаметров колонн:

$$\frac{\text{нижний диаметр колонн западного портика}}{\text{нижний диаметр колонн восточного портика}} = \frac{0{,}620\ \text{м}}{0{,}696\ \text{м}} = \frac{2}{\sqrt{5}} = 0{,}896\ (+0{,}002).$$

Конструктивная высота капители поставлена в зависимость от диаметра колонны, а шаг колонн связан с полной высотой портика:

$$\frac{\text{конструктивная высота капители}}{\text{нижний диаметр колонны}} = \frac{0{,}250\ \text{м}}{0{,}620\ \text{м}} = \frac{1}{(\sqrt{5}-1)} = 0{,}403\ (-0{,}002);$$

$$\frac{\text{шаг колон}}{\text{высота портика}} = \frac{1{,}970\ \text{м}}{8{,}842\ \text{м}} = \frac{1}{2\sqrt{5}} = 0{,}223\ (0{,}000).$$

Здесь соразмерность ствола колонны равна 1:10 лишь приближенно. Высота ордера (колонна + антаблемент) и полная высота портика, включая фронтон, соотосятся, как 1 и $\sqrt{5}-1$.

$$\frac{\text{высота ордера}}{\text{высота портика}} = \frac{7{,}152\ \text{м}}{8{,}842\ \text{м}} = \frac{1}{\sqrt{5}-1} = 0{,}809\ (0{,}000).$$

3.38. Портик кариатид – "своего рода цветок, выросший из архитектурных форм Эрехтейона", представляет главный мотив композиции храма со стороны пропилей. Он обращен к Парфенону, и пропорция Парфенона перешла в пропорцию портика кор. И даже прием, которым портик расчленен по вертикали, нам хорошо знаком: так расчленено трехчастное основание Парфенона и расчленен антаблемент Эрехтейона.

В основании Парфенона две средние ступени спропорционированы с целым (крепидой) и тем, что эти ступени обрамляет (см. 3.19); так же и ствол колонны Парфенона заключен в обрамление основания и завершения, согласованных связью

$1 : \sqrt{5}$; аналогично в антаблементе ордера Эрехтейона главное – фриз, украшенный скульптурой, одинаково связан со всей высотой антаблемента, как и то, что его обрамляет вверху и внизу, между собой (архитрав и карниз).

В портике кор скульптура – кариатида заместила собой колонну. Она – главный элемент портика, и высота кариатиды, включая базу и капитель, согласована со всей высотой портика так же, как то, на чем кариатида стоит, с тем, что на ней покоится:

$$\frac{\text{высота кариатиды}}{\text{высота портика}} = \frac{2{,}374\ \text{м}}{5{,}300\ \text{м}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = 0{,}448\ (+0{,}001);$$

$$\frac{\text{высота антаблемента}}{\text{высота стенки под корами}} = \frac{0{,}910\ \text{м}}{2{,}016\ \text{м}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = 0{,}451\ (+0{,}004).$$

Связь $1 : \sqrt{5}$ последовательно продолжена и в членениях скульптуры. Кариатида вытесана из целого блока. Она поставлена на тонкой плите и держит на голове капитель, напоминающую корзину. Высота скульптуры кариатиды без нижней плиты и корзины вверху 2,212 м.

Специфику зрительного восприятия портика кор Н. Брунов характеризует тем, что антаблемент портика лишен карниза. Зрительная неудовлетворенность венчанием, по его мнению, разрешена в натуре тем, что композиционно коры неотделимы от стены и широкий карниз, венчающий южный фасад, является подлинным завершением портика. Эта связь, которую по чувству отметил художник и знаток античной архитектуры, действительно существует как сознательно установленная математическая закономерность. Скульптура портика – кариатида по высоте равна венчающему фасад карнизу, который включает кроме фриза и архитрава декоративный орнамент, продолживший на стене рисунок капителей восточного портика:

$$\frac{\text{высота скульптуры – кариатиды}}{\text{высота карниза южной стены}} = \frac{2{,}212\ \text{м}}{2{,}212\ \text{м}} = \frac{1}{1}\ (0{,}000)$$

3.39. Рассмотрим в заключение общую соразмерность храма. Она установлена своеобразно; понять ее легко только тогда, когда не следуешь формальной логике стандартного приема, а воспринимаешь размерную структуру как часть композиции, которой выражен ассоциативный образ.

В Парфеноне собственно храм – целла с украшающим ее фризом Панафинейского шествия скрыта за колоннадой, и Парфенон воспринимается как строй колонн. В Эрехтейоне параллелепипед целлы и огибающий ее фриз открыты зрению и пояс антаблемента, охватывающий восточный и западный портики, ясно очерчивает объем основного храма. Портик кор всегда на фоне стены, только смещенный в северо-западный угол северный портик, прижатый к краю скалы, вершиной фронтона перекрывает фриз целлы, но открывающей это видовой точки не существует: площадь перед северным портиком отсутствует.

В Парфеноне соразмерность его и пропорция выражены открыто. Прямоугольник $1 : \sqrt{5}$ – это площадка стилобата, на которой воздвигнут храм. Одновременно прямоугольник $1 : \sqrt{5}$ очерчивает фасад: это отношение высоты ордера к ширине стилобата. Между тем в Эрехтейоне попытки найти какую-то связь между размерами стилобата и ордером храма на любом из фаса-

дов ничего не дают. Хотя совершенно ясно, что коль скоро все портики закономерно организованы удвоенной связью $\sqrt{5}-1$, а также связью, характерной для Парфенона, $\sqrt{5}$, ее удвоением и делением пополам, допустить случайность размеров целого как в плане, так и по высоте невозможно. Если мастер действительно руководствовался расчетом размеров и принципом аналогии, он обязан был найти такую соразмерность целого, которая объясняет формы храма и формы его частей. И также подумать о равновесности асимметричных частей внутри этого целого.

Есть и еще одно наблюдение, сделанное при изучении колонн Эрехтейона. Соразмерность колонн Эрехтейона есть удвоенная соразмерность колонны Парфенона – 1:10 вместо 1:5. Причем высота колонны в Эрехтейоне сопоставлена не с нижним, а с верхним диаметром колонны: акцент в художественном раскрытии образа в Эрхтейоне перенесен к завершению храма, потому что внимание зрителя прежде всего и более всего приковано к скульптурному завершению и изящно прорисованным капителям ионического ордера. Отсюда ясно, что не пятно стилобата, а очертание целлы, опоясывающий фриз представляют объем, зрительно читаемый в размерной структуре. Такой подход вероятен. Очертание плана по стенам целлы образует двойной квадрат, и эту соразмерность повторяет с абсолютной точностью проем северного портала Эрехтейона, отделанный с изысканным великолепием, самый значительный из входов в храм:

$$\frac{\text{ширина целлы, измеренная по стенам}}{\text{длина храма, измеренная по западной стене и восточным колоннам}} = \frac{11{,}162\ \text{м}}{22{,}451\ \text{м}} = \frac{1}{2} = 0{,}497\,(-0{,}003);$$

$$\frac{\text{ширина проема портала}}{\text{высота проема портала}} = \frac{2{,}427\ \text{м}}{4{,}882\ \text{м}} = \frac{1}{2} = 0{,}497\,(-0{,}003).$$

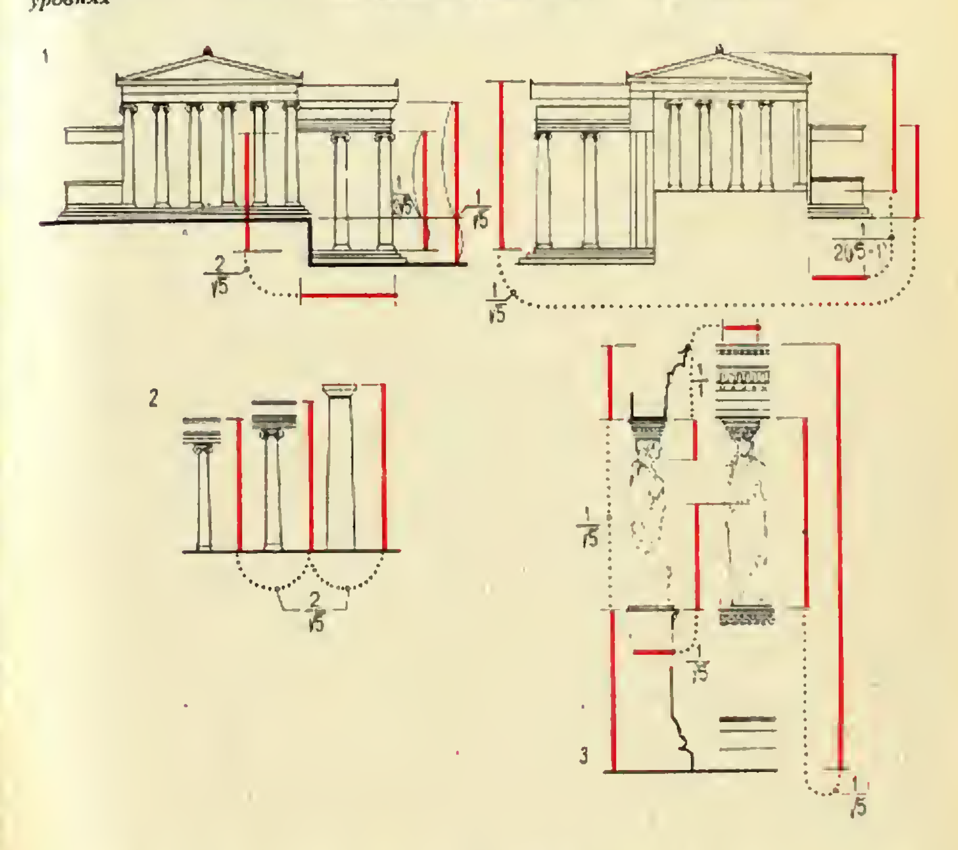
Южный фасад определяется отношением $1:(\sqrt{5}-1)2$, составляющим лейтмотив пропорциональной связи храма и ассоциирующимся с женским телом:

$$\frac{\text{высота южной стены}}{\text{длина храма, включая восточный портик}} = \frac{9{,}041\ \text{м}}{22{,}451\ \text{м}} =$$

$$34^{\circ}30' = \frac{1}{(\sqrt{5}-1)2} = 0{,}403\,(-0{,}002).$$

3.40. Гераклит утверждал, что скрытая гармония сильнее явной. Платон также подчеркивал, что "отношения части к целому и целого к части могут возникать только тогда, когда вещи не тождественны и не вполне отличны друг от друга". За этими двумя обобщениями можно видеть вполне реальное и проверенное опытом искусства явление. Потребность в упорядоченности и соподчиненности не может быть подменена одинаковостью и однообразием. Гармония покоится на глубоко скрытом от внешнего выражения порядке. Тождество отношений и тождество соразмерностей соединяют формы, отличные друг от друга. Ствол колонны и колоннада северного и южного фасадов Парфенона – тождественные соразмерности 1:5. Но как глубоко скрыто от сознания это геометрическое подобие! Как несхожи друг с другом два этих зримых образа! Колоннада – стволы колонн, овеянные пространством, и балка антаблемента над ними. Колонна – монолитное, вертикально стоящее цилиндрическое тело.

Закон числа соединяет Эрехтейон с Парфеноном. Используются одни и



130. Равновесие масс, расположенных в разных уровнях

1 – восточный и западный фасады; *2* – взаимосвязь по высоте ордеров Эрехтейона и Парфенона; *3* – членения портика кариатид

те же числа, но с помощью них создается различная композиция и строятся несхожие ассоциативные образы. Принадлежность различных отношений одной системе спонтанно порождает множество вторичных взаимосвязей, и в этом потоке однородных соотношений, объединяющих все части друг с другом, – в природе взаимопроникающих подобий (см. гл. 6) и состоит одна из причин восприятия гармонического единства.

Лейтмотивы связи Эрехтейона и Парфенона различны и строят различные образы. Но лейтмотив Парфенона входит в мелодию Эрехтейона, создавая как бы взаимопроникание размерного строя, и прежде всего эти взаимосвязи существуют на южном, обращенном к Парфенону фасаде. Такова структура портика кариатид, которую мы рассмотрели. Существует и еще одна очень интересная связь между колонною Парфенона и высотой южной стены Эрехтейона. Южная стена рождена колонною Парфенона в абсолютном своем размере, но не непосредственно, а через среднюю величину – самую крупную часть Эрехтейона – северный портик:

$$\frac{\text{высота ордера южной стены}}{\text{высота ордера северного портика}} = \frac{8{,}313\ \text{м}}{9{,}313\ \text{м}} = \frac{2}{\sqrt{5}} = 0{,}893\,(-0{,}001);$$

$$\frac{\text{высота ордера северного портика}}{\text{высота колонны Парфенона}} = \frac{8{,}313\ \text{м}}{10{,}430\ \text{м}} = \frac{2}{\sqrt{5}} = 0{,}893\,(-0{,}001).$$

Тем самым установлен "табель о рангах" западного фасада храма в отношении Парфенона и начат расчет уравновешенной асимметрии сдвигов.

3.41. Установить равновесность Эрехтейона – значило определить сдвиг северного портика на запад и на север, южного – на юг, а также установить взаимное расположение по вертикали карнизов и стилобатов, которые размещены в разных уровнях в отношении к горизонтальной плоскости, на которой стоит храм.

Пронаблюдаем перепады уровней портиков. Северный портик и дворик перед западным фасадом опущены по отношению к главной площадке, где расположены храм и его восточный портик, на 3,157 м. Углубление западного наоса Эрехтейона в землю объясняют тем, что эта часть храма посвящена Посейдону – хтоническому (подземному) божеству [8, с. 135]. Колонна северного портика размещена по вертикали в отношении главной площадки, так что верх ее капители и низ базы превышают средний уровень (верх капители) и понижены в отношении среднего уровня (основание базы колонны) на величины, связанные, как 1 и $(\sqrt{5}-1)\,2$, в то время как подошва стилобата и верх карниза северного портика в отношении этого же среднего уровня соответственно подняты и понижены в отношении 1 к $\sqrt{5}$:

$$\frac{\text{понижение низа колонны}}{\text{превышение верха колонны}} = \frac{2{,}191\ \text{м}}{5{,}444\ \text{м}} = \frac{1}{(\sqrt{5}-1)\,2} = 0{,}403\,(-0{,}002);$$

$$\frac{\text{понижение основания стилобата}}{\text{превышение верха карниза}} = \frac{3{,}157\ \text{м}}{7{,}122\ \text{м}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = 0{,}443\,(-0{,}004).$$

Северный портик и портик кор скомпонованы в западной части храма, и их взаимосвязь удобно пронаблюдать по западному фасаду. Во-первых, эти два портика связаны между собой по высоте:

$$\frac{\text{высота портика кор}}{\text{высота северного портика}} = \frac{5{,}300\ \text{м}}{11{,}861\ \text{м}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = 0{,}447\,(0{,}000).$$

Вынос северного портика к северу поставлен в связь с высотой колонны:

$$\frac{\text{вынос северного портика}}{\text{высота колонны}} = \frac{6{,}823\ \text{м}}{7{,}635\ \text{м}} = \frac{2}{\sqrt{5}} = 0{,}894\,(0{,}000).$$

Вынос портика кор к югу связан с высотою западного портика:

$$\frac{\text{вынос портика кор}}{\text{высота западного портика}} = \frac{3{,}561\ \text{м}}{8{,}842\ \text{м}} = \frac{1}{(\sqrt{5}-1)\,2} = 0{,}403\,(-0{,}001).$$

3.42. Итак, все формы Эрехтейона определены по существу "удвоенной" пропорцией. План храма есть чертеж двойного квадрата. Лейтмотив связи – половина "двойного золота", которое выражает отношение 1: $(\sqrt{5}-1) = 0{,}809$. "Золото", напомним, есть $0{,}809 \cdot 2 = 1{,}618$. Связь $\sqrt{5}:1$ также удвоена. Она то получает значение $\sqrt{5}:2$, то, наоборот, значение $1:2\sqrt{5}$. Опыт исследования Эрехтейона позволяет понять, что значат слова Платона о том, что архитектор Дедал исполнял свои чертежи то в равной, то в двойной, то в иной пропорции.

Весь узор соразмерностей Парфенона и Эрехтейона легко осуществить, располагая двумя наглухо закрепленными пропорциональными циркулями, один из которых был бы поставлен на отношение $1:\sqrt{5}$ и второй – на отношение $\sqrt{5}-1$. Применяя удвоение пропорции, можно гармонизировать в указанной здесь манере любой образ, любую форму. Опыт исследования Эрехтейона позволяет также наглядно убедиться, как пользование одним отношением двойного квадрата спонтанно вызывает другие связи, и в том числе связи отношения золотого сечения. Об этом уже говорилось, но вот несколько иллюстраций. На рис. 130 мы рассмотрели для восточного фасада храма, как гармонизованы в отношении уровня основания храма по высоте, верх и низ северного портика (см. **3.40**). Отметки эти установлены были в отношении $\sqrt{5}$ (для ордера) и $(\sqrt{5}-1)\,2$ (для колонны). Если теперь посмотреть, как между собой в отношении уровня основания храма соотносятся верхние точки карнизов, мы неожиданно найдем здесь отношения золотого сечения:

$$\frac{\text{превышение капители}}{\text{превышение карниза}} = \frac{5{,}444\ \text{м}}{7{,}122\ \text{м}} = 0{,}382 \cdot 2\,(0{,}000);$$

$$\frac{\text{превышение капители}}{\text{превышение карниза восточного портика}} = \frac{5{,}444\ \text{м}}{8{,}849\ \text{м}} = 0{,}615\,(-0{,}003);$$

$$\frac{\text{превышение карниза}}{\text{превышение карниза восточного портика}} = \frac{7{,}122\ \text{м}}{8{,}849\ \text{м}} = 0{,}805\,(-0{,}004)$$

И это – не случайности, а следствие применения системы двух квадратов – высокоорганизованной системы взаимопроникающих подобий.

3.43. Исследование античной пропорции на одном только примере Парфенона позволяет определить тот смысл, который вкладывали в понятие αναλογία, или "пропорция", древние греки. Для античного мастера αναλογία состоит в том, что:

а) живые формы природы созданы богом и потому они – образец совершенного. Как создается форма природой – творцом и богом, так должен, создавая что-либо, действовать и человек, если он стремится к совершенству. "Подобное в мириады раз прекраснее неподобного";

б) подобие, аналогия, пропорция составляют и конкретно геометрическое содержание метода формообразования. Они означают необходимость соблюдать числовое соответствие и геометрическое подобие частей друг другу и целому;

в) аналогия преимущественно строится на применении иррациональных соотношений, потому что части, построенные как иррациональная соразмерность (прямоугольники, стороны которых суть 1 и корень квадратный из любого целого числа), складываясь из тождественных друг другу частей, воспроизводят их в себе, как в целом. Архитектура на протяжении всей

своей истории использовала связи, заложенные в квадрате (1 и √2) и в двойном квадрате (отношения, составленные комбинациями чисел 1, 2 и √5);

г) аналогия для античного грека – это прямая аналогия всего совершенного человеческому телу.

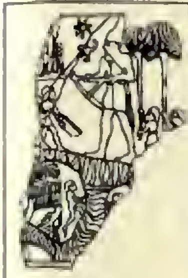
3.44. Чтобы осуществить архитектурную аналогию – пропорцию – в натуре, чтобы заложить связи, установленные с помощью пропорционального циркуля, в реальной постройке, нужна определенная система разметки зданий, нужен инструмент, позволяющий установить взаимосвязь всех частей друг с другом с такой же простотой и естественностью, как это позволяет сделать на чертеже пропорциональный циркуль.

История архитектуры не только знает такие инструменты – парные меры, т.е. геометрически сопряженные и одинаково градуированные эталоны длины, но и убедительно показывает, что эти геометрически сопряженные меры своим возникновением опередили появление пропорциональных циркулей, как строительство без масштабного чертежа опережает строительство с чертежами.

И здесь возникают вопросы: "когда и как могла возникнуть идея о геометрическом подобии? что обусловило использование этой идеи в строительстве? как проявилась эта идея в разные исторические эпохи? почему связанные с ней методы определения размерной структуры зданий исчезли и когда исчезли? утратила ли человеческая культура что-либо ценное с исчезновением этого приема гармонизации? Исследование парных мер, которому посвящены последующие страницы, пояснит эти вопросы.

Возникновение парных мер можно отнести к строительству египетских треугольных пирамид, а их исчезновение – к началу XVIII в., когда реформы и технический прогресс окончательно уничтожили и сами эти инструменты, и память о них, а также те идеи, которые стремился в них закрепить как в орудии действия человеческий гений.

Глава 4. Истоки строительной метрологии



Задача возведения пирамид и геометрия древних египтян

4.1. Геометрическое подобие как обобщающее понятие формируется вместе с начальным опытом ремесел и изобразительного искусства. Ранее мы установили, что оно дано человеческому сознанию как биологическая особенность восприятия, обусловившая способность человека абстрагировать образы реального мира по признакам различного и сходного, и потому само составляет фундамент понятия "понятие". Поэтому невозможно установить черту, за которой в истории материальной культуры, истории науки и искусства геометрического подобия не существует, и найти такой исторический пласт, где оно не нашло бы выхода в реальные формы, созданные рукой человека. Оно существует даже и в ту пору, когда еще не имеет себе словесного определения: как категория науки, подлежащая изучению, оно ровесник геометрии.

Древние греки считали себя учениками египтян. "Они (египетские жрецы) говорили мне, – свидетельствует Геродот, – что царь разделил землю между всеми египтянами, дав каждому по *прямоугольному* участку: из этого он создал себе доходы, приказав ежегодно вносить налог. Если же от какого-нибудь надела река отнимала что-нибудь, то владелец, приходя к царю, сообщал о происшедшем. Царь же посылал людей, которые должны были осмотреть участок земли и измерить, насколько он стал меньше, чтобы владелец вносил с оставшейся площади налог, пропорциональный установленному. Мне кажется, что так и была изобретена геометрия, перешедшая затем в Элладу" [19, с. 167; 64, с. 184].

Где бы действительно ни возникла геометрия, существенно для нас то, что ее развитие опережало арифметические знания и что египетская культура сохранила ценные для нас сведения из истории древней математики и древнейшие сооружения. Треугольные пирамиды неопровержимо свидетельствуют об отличном владении геометрией квадрата, об использовании отношений стороны и диагонали в квадрате и двойном квадрате, о владении геометрическим подобием.

Начертание чисел древнеегипетской арифметики содержит намек на первичность геометрических измерений, существование линейных мер и способы измерений. Единица писалась как вертикальная черта |, десять – знаком ∩, сто – как мерительная веревка @. Знаки сложения и вычитания изображались как шаг человека, направленный в разные стороны ΛΛ [18, с. 15; 28, с. 36, 49].

131. Булава царя Скорпиона (IУ тысячелетие до н.э.). Землемерный шаг – линейная мера площади – изображен в руках царя и в руках землемера



Измерение земли было соизмерением площадей. А это значит, что геометрические знания египтян стояли к моменту строительства пирамид уже достаточно высоко. Понятие линейного равенства – начальное понятие геометрии. Равенство площадей, соизмерение земельных участков, т.е. сравнение их с неким квадратным эталоном площади, было второй и более высокой ступенью геометрического мышления, необходимо связанной с отчетливым пониманием геометрического подобия. И вот каким образом.

4.2. Теперь уже известно, что знаменитая теорема Пифагора в середине II тысячелетия до н.э. применялась вавилонянами при решении технических задач в области строительного и военного дела [18, с.169]. И есть достаточно оснований предположить, что и "метод приложения площадей", который, как полагают, был применен греками после открытия несоизмеримости отрезков в IУ в. до н.э., был известен геометрам древности как способ измерения земельных участков много ранее.

Египетских геометров греки именуют "гарпенданаптан", буквально – "натягиватели веревок". Если к прямоугольному участку земли причертить квадратный эталон и через угол измеряемого участка и угол причерченного эталона натянуть веревку, отрезок на продолжении стороны эталона будет линейной мерой площади измеряемого участка. Сколько раз землемерный шаг, установленный в линейную меру эталона, прошагает вдоль длинной стороны измеряемого прямоугольника, столько квадратных мер-эталонов содержит площадь. Подобный землемерный шаг дважды изображен на знаменитой булаве Скорпиона: в руках царя и в руках землемера (IУ тысячелетие до н.э.).

Рис. 132 показывает, что именно с диагональю, которая определяет превращение линейной меры – отрезка в меру площадей, объединяются в одно геометрическое представление взаимно дополняющие друг друга понятие равенства площадей и понятие геометрического подобия прямоугольных треугольников и прямоугольников: диагональ пересекает подобные прямоугольники, в то время как равновеликие по площади располагаются по ее сторонам.

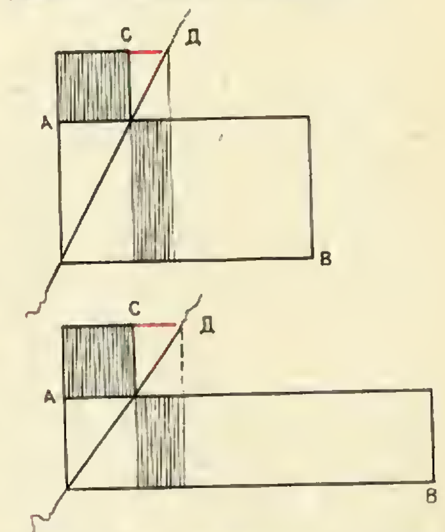
Так мог возникнуть интерес к диагоналям и диагональным отношениям. Древнеегипетские папирусы и вавилонские таблицы содержат задачи на вычисление площадей, основанные на геометрическом подобии [18, с.183].

4.3. Треугольная египетская пирамида – грандиозное архитектурное сооружение и в то же время – простой геометрический символ. Абсолютный ее лаконизм – с одной стороны; непосильное воображению количество вложенного в пирамиду труда; точность ее осуществления, вложенный в ее геометрию символический смысл – вот вопросы, занимающие воображение человека, пытающегося понять эти гигантские сооружения.

"Общий вид пирамид производит потрясающее впечатление, – писал исследователь пирамид Жомар. – Верхушки их, когда смотришь на них издалека, напоминают пирамидальные горные вершины, устремленные к небу и вырисовывающиеся на его фоне. Но чем ближе к ним подходишь, тем меньше это сходство. И когда вы уже почти рядом с этими симметричными громадами, . . . вас охватывает глубокое и сильное волнение, сдерживаемое каким-то оцепенением и подавленностью. Вершина пирамиды ускользает от вашего зрения. Чувство, которое вы испытываете, отнюдь не похоже на восхищение, возникающее при виде совершенного произведения искусства, однако это впечатление потрясающее. Эффект заключается в грандиозности и простоте формы, в контрасте между ростом человека и необъятностью творения, созданного его руками; пирамиду невозможно охватить взором, даже мысленно трудно представить ее себе" [67, с.69].

Но зодчие, возводившие пирамиды и сфинкса, а позднее грандиозные колонны гипостильных зал, думали не только о грандиозных размерах. Не меньше, чем современного архитектора, занимало их то, сколь совершенно и гармонично, т.е. действенно, возводимое ими сооружение. Они обладали чувством гармонии. Размерами отображалось могущество фараона; гармонией и совершенством рисунка – его божественное происхождение; масштаб в искусстве Египта

132. Измерение земли натяжением веревки (метод приложения площадей). АВ – измеряемый участок, АС – эталон площади, СД – линейная мера площади. Сколько отрезков СД содержит длинная сторона прямоугольного участка, столько квадратных эталонов содержит участок. Диагональ, определившая равенство площадей, строит одновременно и подобные прямоугольники. Таков исток возникновения парных мер, строящих форму в иррациональных пропорциях



никогда не становится единственной и главной целью, и рядом с колоссальными глыбами живет покрывающий их тонкий рисунок иероглифа и изображений, исполненных с удивительным совершенством, – так же соединяются в одном 30-тонные глыбы камней облицовки пирамиды с искуснейшей подгонкой камней, швы между которыми измеряются долями миллиметра и не превышают по толщине, как свидетельствует Ж. Лауэр, листочка кованого серебра. Пирамида – это не только количество труда, ошеломляющее зрителя, но и проблема искусства, проблема образа, который заключен в наклоне ребра пирамиды, ибо именно ребра пирамид рисуют на фоне неба силуэт пирамид – с любой точки зрения

и при любой дальности: эмоциональное воздействие пирамиды определено и ее масштабом, и наклоном ребра.

Что могло обусловить углы наклонов пирамид

4.4. Существует общепринятая в египтологии гипотеза, которой специалисты объясняют наклоны граней и ребер облицовки пирамид. Ее подкупающая сила в ее простоте и в том, что она объяснила все до одной пирамиды. Это гипотеза целых чисел, согласно которой расчерчивание блоков для облицовки выполняется эталоном длины – мерой в царский локоть. 1 локоть равен 0,5235м. Он разделен на 7 пальм (ладонь), и каждая ладонь разделена на 4 пальца. 1 царский локоть = 7 пальм = 28 пальцев. (Заметим, что локоть, и это легко проверит на себе каждый, состоит из 6 ладоней – пальм; царский специально удлинен на 1 пальму в сравнении с простым локтем.)

Наклоны поверхности облицовки определяет отношение заложения облицовки к высоте. Это отношение определяется как отношение целых чисел. В соответствии с этим мерою в локоть размечаются высота и заложение, и таким образом всем камням облицовки придается один и тот же уклон (табл. 1).

Таблица 1. Наклоны основных пирамид древнего царства (по Лауэру)

Пирамида	Наклон грани	Наклон ребра
Хеопса	14:11	9:10
Хефрена	4:3	18:19
Микерина	5:4	8:9
Сахуре	6:5	6:7

Табл. 1 и 2 Ж. Лауэра свидетельствуют, что строители действительно придали каждой пирамиде такой наклон облицовки, при котором и наклон грани, и наклон ребра определяются целыми числами. Говоря языком геометрии, как ребро, так и апофема пирамиды являются гипотенузами треугольников, катеты которых определяются целыми числами от 3 до 19. Это сделало удобным расчерчивание и контроль каждой прямоугольной заготовки облицовочного блока, и прежде всего углового блока, позволяя его обработать с высокой точностью и таким образом сделать все блоки подобными друг другу; в этом и заключен смысл постоянного, закрепленного в отношении двух чисел наклона ребра (или грани) каждой пирамиды. Ведь пирамида – гигантское сооружение. Периметр ее основания немногим меньше километра, и четыре ее ребра, прямые, как струна, должны были, начав восхождение на земле, сомкнуться в одной точке вершины.

Кладка пирамиды начиналась с углов: створ ее ребер задает плоскость грани, которая обязана быть ровной геометрической плоскостью. Это была задача сложная и ответственная, намного серьезнее, чем это может показаться на первый взгляд. Контроль за наклоном ребра был важнейшей заботой строителя. Малейшая несогласованность в наклоне двух противоположных ребер, начатых у земли на расстоянии 330 м одно от другого, привела бы к непоправимым последствиям.

4.5. Возникает весьма существенный вопрос: что представляет собой случай, когда наклон ребра и наклон грани одновременно выражаются отношением целых чисел? Представляет ли он собой редчайшее исключение из правил, как, например, треугольник с прямым углом в вершине и целочисленными сторонами (египетский треугольник 3, 4, 5)? Если да, то становится ясно, что именно это обстоятельство (поиск удобно контролируемых углов) и

Таблица 2. Расхождение в величине углов измеренных и углов, установленных таблицей Ж. Лауэра

Пирамида	Измеренный угол		Исчисленный угол		Отклонение	
	плоскость апофемы	плоскость ребра (вычислено по апофеме)	плоскость апофемы	плоскость ребра	для наклона грани	для наклона ребра
Хеопса	51°51′30″	42°00′06″	51°50′30″	41°59′20″	1′	0′40″
Хефрена	53°10′	43°21′07″	53°07′50″	43° 27′10″	3′	6′03″
Микерина	51°10′	41°17′48″	51°25′20″	41°38′	15′	20′12″
Сахуре	50° – 50°30′	40°07′– 40°37′	50°11′40″	40°36′10″	В указанном пределе	

обусловило выбор наклона облицовки или же, во всяком случае, существенно повлияло на сделанный выбор. Но может быть и иначе. Может случиться так, что любой произвольно принятый наклон линии определяется точно так же целыми числами. В этом случае гипотеза целых чисел не вносит ясность в вопрос, почему пирамиды получили именно эти, а не другие наклоны. Разобраться в этом необходимо тем более, что нас интересует прежде всего, чем обусловлен выбор наклона, установивший зрительно воспринимаемый образ пирамиды.

Проверка показывает, что, пользуясь катетами, которые определены числами от 3 до 19 (в этом диапазоне чисел объяснены египтологами пирамиды), можно изобразить 136 различных треугольников. Гипотенузы этих треугольников примут самые разнообразные положения – от угла к горизонту 9° до угла 43°27′. Также выяснилось, что любому ребру, заданному отношением целых чисел того же порядка, соответствует грань, наклон которой определяется теми же по набору целыми числами и с той же точностью, какая имеет место в гипотезе египтологов. 136 наклонов, распределенные в секторе 34o30 , создают густую сеть "лжеегипетских", мнимых пирамид.

Частота их появления (средняя) равна 34,5°:135=00°15′ 30″. А ведь это значит, что наибольшее возможное расхождение измеренного наклона с наклоном, образуемым целочисленно, равно 00°07′ 15″, а средневероятное меньше 00°04′.

Таким образом, аргументация выбора наклона пока совершенно не убедительна. Любой равнобедренный треугольник, нарисованный читателем, испытанный гипотезой целых чисел, тотчас убедительно подтвердит свое "египетское" происхождение (табл.3).

Таким образом, утверждение о том, что пирамиды расчерчивались по методу целых чисел, на наш взгляд, отображает привычку обо всем спрашивать "почему?", которая удовлетворяется ответом "потому" – внешне убедительным, но лишенным содержания. Такая позиция основывается на двух наблюдениях.

А. Обмеры пирамиды Хеопса, тщательно выполненные специальной экспедицией Флиндерса Петри, показывают, что ряды кладки ступеней пирамиды (а следовательно, и утраченной облицовки) имели в каждом ряду разную высоту, при этом кратности локтям, пальмам или даже пальцам эти обмеры не устанавливают. А в этом случае гипотеза целых чисел перестает работать, по-

Таблица 3. Пример мнимых пирамид, обрамляющих пирамиду Хеопса

Измеренный угол наклона на грани	Интервал появления "пирамид"	Наклон грани Н:В	Наклон ребра Н:А	Название пирамиды
$51^{\circ}42'$		19:15	17:19	–
	$00^{\circ}08'$			
$51^{\circ}50'$		14:11	9:10	Хеопса
	$00^{\circ}17'$			
$52^{\circ}07'$		9:7	10:11	–
	$00^{\circ}19'$			
$52^{\circ}26'$		13:10	11:12	–

скольку „ чтобы вытесать угловой блок, имеющий высоту, не кратную 9 пальцам или пальмам, нужно, измерив высоту заготовки, разделить ее меру на 9 частей, чтобы потом, умножением на 10, определить размер заложения, а это могло оказаться достаточно сложным, учитывая необходимость высокой точности. В пирамиде Хефрена требовалось делить не на 9 частей, а на 18 и затем умножать на 19. Можно, конечно, предположить, что расчерчивание велось шаблоном, но эта гипотеза пригодна только для плоскости апофемы.

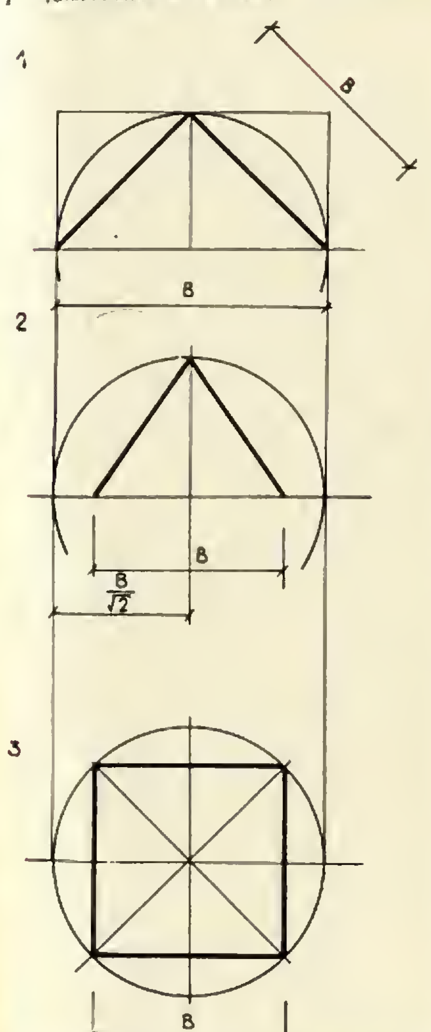
Б. Гипотеза целых чисел наталкивается на необъяснимость размеров главного помещения пирамиды Хеопса – погребальной камеры фараона. Ее план представляет собой двойной квадрат, а высота погребальной камеры связана с короткой стороной плана как диагональ и сторона двойного квадрата. Именно здесь, в сердце пирамиды, должен быть последовательно применен тот же метод определения размеров, который продиктовал образ сооружения в целом. Погребальная камера свидетельствует о том, что ключ к наклонам пирамид лежит в геометрии.

4.6. Мы должны вернуться к вопросу о наклонах египетских пирамид, давно казалось бы, решенному. Понять логику зодчего, установить те соображения, которые повлияли на выбор наклона пирамид, представить себе тот идеал, который владел воображением зодчего, – вот наша ближайшая цель. Вторая наша цель – установить метод, которым пользовался зодчий. Тот факт, что многие пирамиды повторяют наклоны, уже использованные в других постройках, подсказывает нам, что уклоны пирамид – в той системе, которая их определила, – не банальность, а исключительные, избранные и строго ограниченные отношения. И если мы найдем такую систему, которая дает строго ограниченное число решений, и убедимся, что все эти решения стали реальными пирамидами, мы поймем и причину прямого заимствования наклонов.

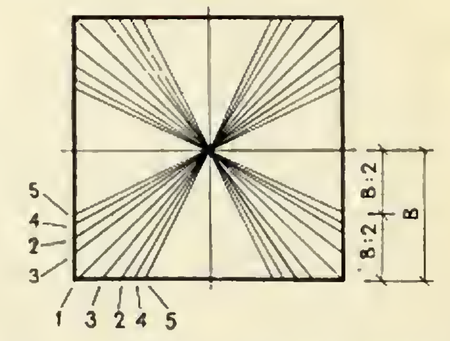
Ответ на свои вопросы мы будем искать в геометрии, памятуя и то, что египетская геометрия, как свидетельствует О.Нейгебауэр, значительно превосходила развитием математические знания. Разбивка пирамиды начиналась с проведения оси и нахождения центра пирамиды. Следы оси "север–юг" обнаружены Л. Борхардтом. Разметив квадрат и получив положение четырех углов, можно было приступать к возведению пирамиды – к установке тщательно выверенных угловых блоков, створом которых определяется вся остальная кладка наклонной грани. Возможны два способа расчерчивания углового блока: в плоскости апофемы и непосредственно в плоскости ребра.

Точность разметки при этом разная: если откладывать размер непосредственно на диагональном сечении, то ошибка в положении ребра (а она зависит от точности градаций шкалы и точности нанесения риски) будет в $\sqrt{2}$ раз меньше, чем если бы угловой блок расчерчивался в плоскости апофемы. Характерно и то, что задачи из математических папирусов Среднего царства на решение пирамид (хотя это и школьные задачи) оперируют диагональю плана, ребром пирамиды и углом между ними.

133. Образ, к которому тяготеют великие пирамиды Древнего царства, – треугольник с прямым углом в вершине. В пространстве это полуоктаэдр: пирамида, в которой ребра и стороны основания равны, грани – равносторонние треугольники
1 – диагональное сечение, рисующее на фоне неба силуэт пирамиды – треугольник с прямым углом в вершине; *2* – фасад; *3* – план



134. Совмещенный план основных пирамид Древнего царства. Нанесены сечения, дающие в вершине пирамиды прямые углы. Эти сечения тяготеют к диагональной плоскости
1 – пирамида Снофру; *2* – пирамиды Хуни в Медуме, Хеопса и Неусерра; *3* – пирамиды Хефрена, Неферкара и Пепи II; *4* – пирамида Микерина; *5* – пирамида Сахуре



Идеал силуэта пирамиды

4.7. Образ, который стремились воспроизвести, можно прочесть, если рассмотреть вместе все главные пирамиды Древнего царства, сосредоточив внимание на диагональных сечениях. Углы наклонов ребра пирамиды расположены в узком пределе от 40,5 до 43,5°. И только первая треугольная пирамида – южная пирамида Снофру – имеет в нижней части наклон ребра 45°. В диагональном сечении ребро занимает положение диагонали квадрата (в основании пирамиды), а в верхней части наклонено под углом $33^{\circ}41'$.

Итак, исключая ромбоидальную пирамиду, все пирамиды имеют в вершине тупые углы, если речь идет о диагональном сечении, и острые – если брать сечение по апофеме. Прямой угол располагается между этими сечениями, ближе к диагональному. Это хорошо видно на рис. 134, где показаны на общем плане десять основных пирамид Древнего царства. Сечения по ним, с прямым углом в вершине, группируются вокруг диагоналей, а половина квадрата в участках, прилегающих к апофемам, осталась чистой. Сравнив, таким образом, формы десяти главных пирамид Древнего царства, мы начинаем понимать, что воображение древнего зодчего отождествляло силуэт пирамиды с ее диагональным сечением и рисовало себе как идеальный ее образ треугольник с прямым углом в вершине. Идеалом пирамиды был полуоктаэдр, наклонные ребра которого и стороны квадратного основания равны, а грани – равносторонние треугольники. Высота такой пирамиды (*H*) равна заложению ребра в плане (*A*), и это делает очень простым ее практическое осуществление.

Как известно, треугольная пирамида возникла не сразу. Возводились прямоугольные в плане гробницы – мастабы; от них произошла ступенчатая пирамида и, наконец, явилась мысль заполнить уступы облицовкой. Если бы первая из пирамид треугольного силуэта – пирамида Снофру южная – смогла быть достроена в соответствии с замыслом, мы имели бы в натуре осуществленный идеал – половину хорошо известного геометрам и физикам идеального тела Платона, отличающегося своей простотой: любое сечение по ребру октаэдра дает квадрат.

4.8. Однако выбор наклона определило не само по себе геометрическое знание зодчего-геометра, а конструктивные и архитектурные соображения. Для образа сооружения, призванного навечно, подобно горной вершине, воцарить над пустыней, естественно выбрать такое положение ребра, в котором оно одинаково склонено и к горизонту, и к зениту. Крутые наклоны ребер создали бы силуэт, противопоставленный безбрежной линии горизонта пустыни; полого склоненные ребра принизили бы и растворили в просторе ее силуэт. Только полуоктаэдр мог царственно-спокойно и величаво господствовать в этом пейзаже.

Отклонение от этой золотой середины препятствовало бы также решению функциональных и конструктивных задач: уменьшению нагрузки на своды внутренних помещений с одной стороны и необходимости как можно далее отодвинуть эти помещения от граней пирамиды. В эволюции царских погребений стремление к величию сооружения и к сохранности сокровищ, сопутствующих фараону в загробной жизни, играло заглавную роль. Возникновение монолита треугольной пирамиды ее завершило. Сложился образ нерукотворного сооружения. Вход в пирамиду, расположенный на значительной высоте, закрытый камнем, затерянным среди бесконечного множества ему подобных, стал недоступен. Монолиту пирамиды, сложенному из камней массой в среднем 2,5 т (швы между ними не более 0,5 мм), казалось бы, не страшны ни грабители, ни ветры, несущие песок пустыни.

4.9. В ходе строительства пирамиды Снофру в ней обнаружились трещины. Чтобы уменьшить нагрузку на ложные своды, наклон ребра *H:A* – 1:1 пришлось изменить на пологий 2:3. Так возникла ромбоидальная пирамида. Выяснилось, по всей вероятности, и то, что силуэт

пирамиды реально не отождествляется с диагональным сечением. Диагональная плоскость перспективно сокращается, и ребра кажутся направленными к горизонту более круто. Прямой угол производит впечатление острого. Чтобы достичь эффекта прямого угла, высота должна уступать заложению ребра ($H<A$), но контраст *H* к *A* должен быть очень невелик, угол вершины не должен казаться тупым, речь идет всего лишь о некоторой поправке.

Теперь задача совершенно определилась. Предстояло решить задачу на геометрическое подобие. Сложить целое из подобных друг другу и целому каменных блоков. Поверхности облицовочных блоков должны слиться в грань пирамиды, ребра угловых блоков – в прямую линию ребра пирамиды. Четырем ребрам, заложенным друг от друга на расстоянии очень значительном, надлежало сомкнуться на головокружительной высоте в одной точке вершины.

4.10. Линейная мера легко решала задачу возведения пирамиды Снофру *H:A* = 1:1. Измерялась высота тщательно вытесанного прямоугольного блока, и полученный размер точно откладывался от угла заготовки вдоль биссектрисы угла на верхней постели. Это и была точка ребра пирамиды. Когда наклон ребра изменили на 2:3, расчет стал малоудобным. Измеренная высота делилась пополам, и заложение ребра принималось теперь большим, чем высота камня, наполовину. Этот прием был повторен в северной пирамиде Снофру, пологой и приниженной. Наклоны 1:1 и 2:3 себя не оправдали, и к ним ни разу не возвращаются. Пришла пора поиска других наклонов ребра, которые можно бы было так же просто и легко осуществить, как в случае $H=A$. Нужно было найти геометрически закрепленные отношения небольшого контраста и сделать их мерами высоты и заложения, чтобы строить геометрически подобные угловые блоки пирамид, с закладки которых начинается возведение сооружения. Квадрат, казалось, себя исчерпал. Связь его стороны и диагонали $1:\sqrt{2} \approx 0{,}707$ слишком контрастна, как и $2:3 = 0{,}666$, и потому непригодна. Тогда, удвоив квадрат, получили отношение стороны к диагонали двойного квадрата $2:\sqrt{5} \approx 0{,}8944$. Этой мерой была построена облицовка пирамиды в Медуме и затем облицовка пирамиды Хеопса.

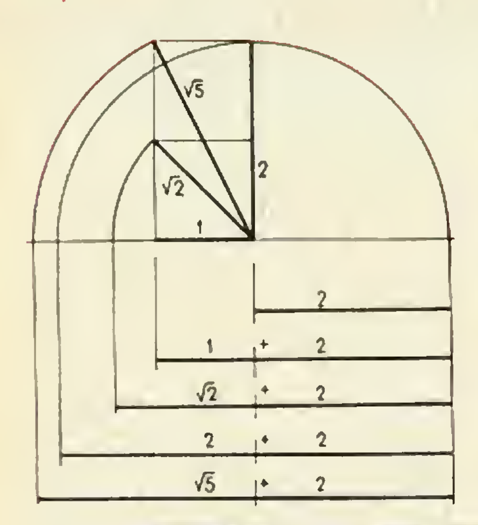
Закрепить отношение $2:\sqrt{5}$ было несложно. Локоть, деленный на пальмы и пальцы, мог служить измерению высоты заготовки. Заготовив деревянную меру, деленную на локти, пальмы и пальцы, и приравняв ее стороне двойного квадрата, в меру диагонали его можно было изготовить парную меру. Оставалось последовательным делением пополам поделить ее на шкалу, аналогичную первой. Так возникла парная мера. Она сохраняла прием расчерчивания блоков тот же, что и при строительстве пирамиды Снофру. Приспособился лишь инструмент: линейная мера превратилась в парную.

4.11. Наклоны пирамид не одинаковы. Возможно, это был поиск сближения с идеалом и нежелание буквального повторения. Удвоенный квадрат, казалось, не содержит новых возможностей. Отношения линий двойного квадрата – 1, 2, $\sqrt{2}$ и $\sqrt{5}$ – слишком контрастны. Тогда возникла идея уменьшить контраст отношений отрезков двойного квадрата, удлинив их на величину стороны 2. Элементарное геометрическое построение произвело на свет еще четыре эталона длины, сопоставление которых дает нужные малоконтрастные отношения. Меры 1+2, 2+2, $\sqrt{2}$+2 и $\sqrt{5}$+2 образуют пары:

$H:A = 2+2 : \sqrt{5}+2 = 0{,}9443$;

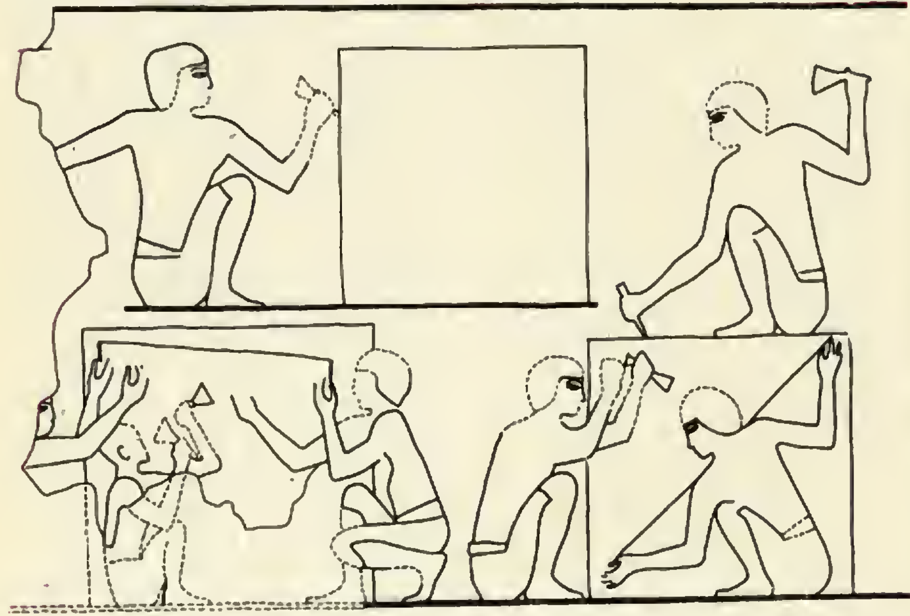
$H:A = 1+2 : \sqrt{2}+2 = 0{,}8787$;

$H:A = \sqrt{2}+2 : \sqrt{2}+2 = 0{,}8535$.



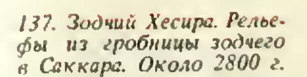
135. Двойной квадрат – чертеж, содержащий парные меры всех основных пирамид Древнего царства. Он осуществлен в натуре как гранитный пол погребальной камеры Великой пирамиды Хеопса. Характерно, что линии этого чертежа, объясняя наклон ребра всех пирамид Древнего царства, не содержат отношений (парных мер), которые не были бы использованы строителями пирамид

136. Рельеф из храма Аммона в Луксоре. Каменотес, измеряя диагонали, выверяет прямой угол блока



И характерно, что: 1) других вариантов малоконтрастной связи при этом не возникло; 2) все эти варианты используются, порой неоднократно, в строительстве пирамид Древнего царства; 3) среди главных пирамид Древнего царства нет пирамид, установленных в другой системе. Все пять наклонов использованы строителями.

Рис. 138 показывает, что предпочтение отдается наклонам, которые дают сравнение стороны и диагонали. Характерны в этом смысле знаменитые Гизехские пирамиды. Наклон ребра в пирамиде Хеопса



137. Зодчий Хесира. Рельефы из гробницы зодчего в Саккара. Около 2800 г. до н.э. Деревянные жезлы в руках зодчего (II) соотносятся как сторона и диагональ в двойном квадрате 1:√5 = 0,447





138. Сравнительная таблица измеренных (даны в скобках) и расчетных углов наклона пирамид [ср. 66, pp. 8]

Заложение ребра		Угол в градусах		Отклонение	Пирамида	Династия
$\frac{H}{A}$		Наклон ребра	Наклон грани			
$\frac{1}{1}$ (1,0000)	2 / 2	45°00′	54°44′ (54°24′)	20′	СНОФРУ ЮЖН.	IV
$\frac{2}{3}$ (0,6666)	2 / 1 + 2	33°41′	43°19′ (43°21′)	03′	СНОФРУ ЮЖН.	IV
$\frac{2}{\sqrt{5}}$ (0,8944)	2 / $\sqrt{5}$	41°49′	51°40′ (51°52′) (51°51′)	12′ 11′	ХУНИ ХЕОПСА	III IV
$\frac{4}{2+\sqrt{5}}$ (0,9443)	2 + 2 / $\sqrt{5}$ + 2	43°21′	53°10′ (53°10′)	00′	ХЕФРЕНА	IV
$\frac{3}{2+\sqrt{2}}$ (0,8787)	1 + 2 / $\sqrt{5}$ + 2	41°18′	51°10′ (51°10′)	00′	МИКЕРИНА	IV
$\frac{2+\sqrt{2}}{4}$ (0,8535)	$\sqrt{2}$ + 2 / 2 + 2	40°29′	50°22′ (50°–50°30′) по Лауэру	00′	САХУРЕ	V
$\frac{2+\sqrt{5}}{4}$ (1,059)	$\sqrt{5}$ + 2 / 2 + 2	46°38′	56°16′ (56°–57°) по Лауэру	–	УНАСА	V

задан стороной и диагональю двойного квадрата $(2:\sqrt{5})$; в пирамиде Хефрена это отношение повторено, но обе меры удлинены на сторону $2(2+2):(\sqrt{5}+2)$; в пирамиде Микерина это сторона и диагональ квадрата, также удлиненные на сторону $2.(1+2):(\sqrt{2}+2)$.

4.12. Пирамида возникла, чтобы укрыть погребальную камеру. Камера фараона – своеобразная "точка начала". Она надежно укрыта гигантской толщей стен пирамиды, защищена ложными ходами, ловушками. Коридоры, ведущие к ней, замурованы глыбами. Перекрытие и несущие стены в погребальном покое фараона Хеопса выполнены из гранитных плит. Установлено тщательным исследованием и промером, что пол погребальной камеры был двойной квадрат:

$$\frac{5{,}2422\ м}{10{,}4790\ м} = 0{,}5002 \qquad (0{,}000),$$

а торцовая стена представляла чертеж углового блока облицовки:

$$\frac{5{,}2422\ м}{5{,}8440\ м} = \frac{2}{\sqrt{5}} = 0{,}8970\ (+0{,}0026).$$

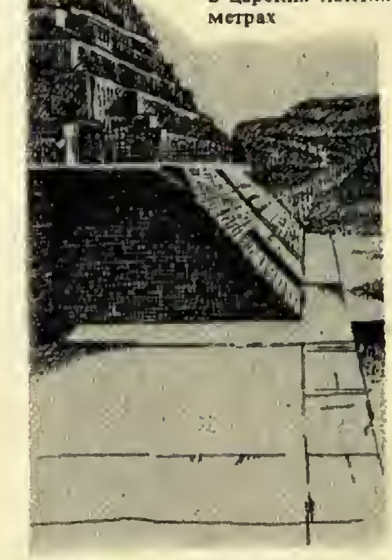
Рис. 138 показывает, что парные меры двойного квадрата объяснили наклоны пирамид с точностью, не уступающей гипотезе чисел (см. табл.2). Эта гипотеза в части пирамид Хефрена и Микерина даже более точна потому, возможно, что облицовка пирамиды Хефрена сохранилась и в основании ее, и на верхушке. А некоторое расхождение в высоте пирамиды Хеопса, которую вычислили египтологи и которую дает гипотеза парных мер, легко объяснимо.

О великой пирамиде Хеопса

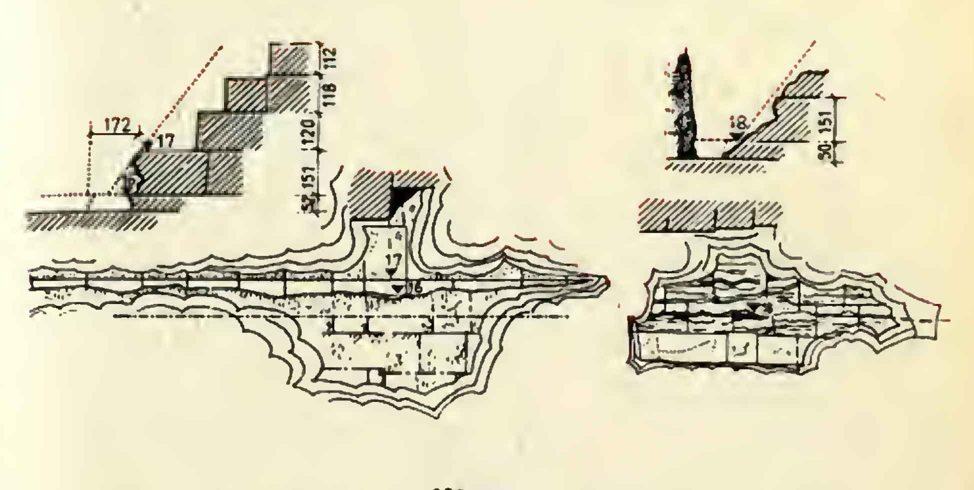
4.13. Облицовки граней и верхушки пирамиды Хеопса не существует. Пирамида насчитывает 203 ряда камней разной высоты – от 151 см в основании до камней высотой 57 и 55 см в верхушке. Внизу раскопано несколько групп частично или целиком сохранившихся облицовочных блоков (рис. 139). Наклон граней пирамиды измерен по этим камням и лишенному облицовки остову.

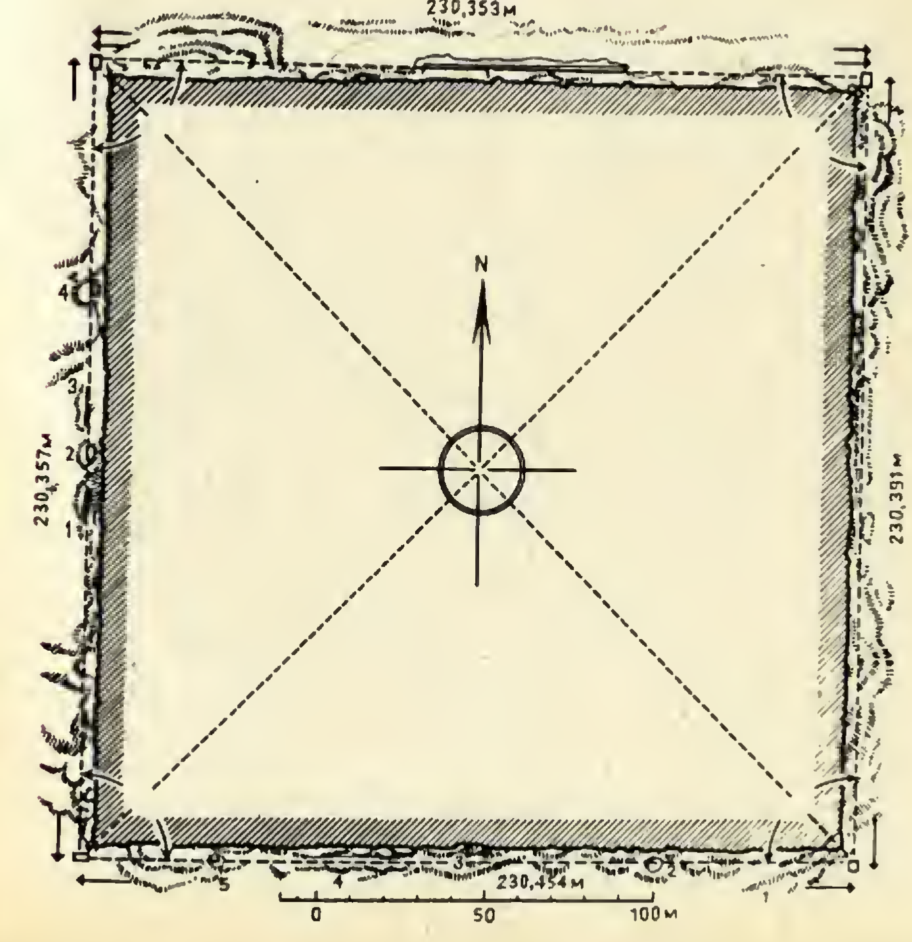
Квадратное основание пирамиды осуществлено с фантастической для строительства точностью. Ее платформа горизонтальна, и отклонение от уровня горизонта на периметре в километр спустя 4,5 тысячи лет не превышает 1–2 см. Стороны основания (230,253, 230,454, 230,357 и 230,391 м) отличаются от среднерасчетного размера на 10 см или 0,0004 измеряемой величины. Еще точнее установлены диагонали (352,58 и 352,89 м). Здесь ошибка равна 0,0003 измеряемой величины. Так же точны углы пирамиды. Северо-восточный угол меньше прямого угла на 0°00′02″, а наименее точно построенный угол, юго-западный, меньше прямого на 0°03′33″. Но достигнуть точности такого порядка при возведении сооружения в высоту нельзя. Какая-то ошибка должна появиться. Если парная мера определила размер погребальной камеры, то, пользуясь ее размерами $H:A = 0{,}897$, можно вычислить высоту

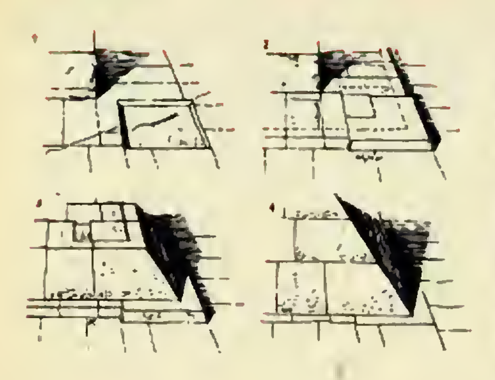
139. Пирамида Хеопса (обмеры экспедиции Л.Борхардта)
1 – сохранившиеся лицевые блоки нижнего ряда, северная сторона; 2 – фрагменты раскопа северной стороны; 3, 8 – то же, южная сторона; 7 – то же, западная сторона; 4–6 – углы пирамиды; 9 – план пирамиды; 10 – процесс закладки угловых блоков по Л. Борхардту. Указан масштаб в царских локтях и метрах



139.1
139.2
139.3 139.4
139.5 139.6
139.7
139.8
139.9
139.10







пирамиды и сравнить ее с установленной измерениями Ф. Петри. Заложение ребра равно половине диагонали. Отсюда расчетная высота пирамиды, определенная по ребру "юго–запад–северо- восток":

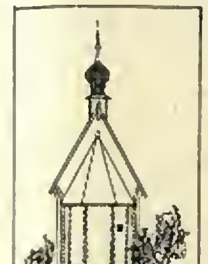
$$\frac{32{,}68\ м}{2}\ 0{,}897=146{,}06\ м,$$ а по ребру "юго–восток–северо-запад":

$$\frac{32{,}89\ м}{2}\cdot 0{,}897=146{,}16\ м,$$

что составляет в среднем 146,11 м, т.е. на 0,0033 меньше высоты, определенной Ф. Петри.

Высота пирамиды им определена по наклону апофемы 51°51′ 30″. Наклону ребра $H{:}A$=0,897 отвечает наклон апофемы 51°45′, отличаясь от данных Ф. Петри на 0°06′. Но если при расчерчивании на земле ошибка в прямом угле достигла 03°30′, то разговор о расхождении в 6′ для наклона, определенного в описанных условиях, теряет всякий смысл. И, быть может, пирамида была ближе к расчетному размеру 146,1 м, чем к размеру 146,5м, как представляют сегодня. А в этом случае в целом приближение нашей гипотезы к реальным пирамидам выше, чем в гипотезе целых чисел, которая совершенно неубедительна в силу математической неопределенности (см. 4.5), и противоречий, которые возникают, когда пытаешься представить разметку угловых блоков на камнях различной высоты, не кратной мерам. Все эти сложности снимает гипотеза парных мер. Становится ясным, почему погребальная камера в плане – двойной квадрат. Это – рабочий чертеж и канон, определяющий метод строительства. И, что немаловажно, обнаруживается логика выбора наклонов, родство между разными пирамидами и прямая связь между различными ветвями единой средиземноморской культуры.

Глава 5. Образ и построение формы в древнерусской архитектуре



Геометрическая сопряженность мер Древней Руси – естественная и искусственная

5.1. Архитектура Древней Руси прочными корнями связана с византийским зодчеством. Вместе с пришедшим на Русь христианством она наследовала традицию античной средиземноморской культуры – принцип геометрического подобия. Закрепленный в древнерусских мерах, – саженях (геометрически сопряженных эталонах длины), он в течение многих веков служил русскому зодчему надежным компасом при возведении архитектурных сооружений. При этом, естественно, метод приложения меры, да и сама мера получили своеобразное выражение и назначение.

Познакомимся с русской ветвью строительной метрологии, продолжающей античные традиции. Такое знакомство особенно интересно не только в силу притягательности живой и своеобразной русской архитектуры, но еще и потому, что именно в ней с замечательной ясностью отобразились различные способы приложения парных мер: древнерусский чертеж по XVII в. включительно оставался условным изображением, памяткой, устанавливающей композицию и очертание храма, принципиальную иерархию объемов и членений (большое и малое, вертикальное и горизонтальное); он не был в полном смысле строительным чертежом, исполненным в масштабе и предназначенным для переноса размеров в натуру. Историками архитектуры давно и неоднократно замечено, что в соразмерностях построек встречаются геометрические соотношения стороны и диагонали квадрата и отношение золотого сечения, а также и многие другие. Отсюда и возникали гипотезы, показывающие, что формы архитектуры родились из геометрии и ей обязаны своим пропорциональным строем. Логика такого суждения хорошо понятна.

Исследователь располагает обмерными чертежами и изучает их, имея в руке линейку, угольник и циркуль. Он может пойти любым путем – как истинным, так и ложным, но здесь сказывается разница условий, в которых находится человек, удобно расположившийся за чертежным столом и мастер на строительной площадке, где роются котлованы под фундаменты, возводятся стены и строительные леса и где, и это главное, он не один, а среди людей, которым предстоит выполнить в натуре все то, что обдумывается им в голове. Да, архитектура, вне всякого сомнения, геометрична по своей природе, она и дочь, и в какой-то степени мать геометрии. Но, как это ни парадок-

сально звучит, даже такая ее чисто геометрическая задача, как сложение тела пирамиды из подобных этому телу кусков камня, не могла быть решена геометрическим путем, без применения меры — эталонов длины, мерных тростей, упоминание о которых мы встречаем в источниках, относящихся к рубежу I и II тысячелетий до н.э.

5.2. Мера — это прежде всего язык, понятный всем. Этот язык объединяет в осуществлении общей цели мастера и заказчика, позволяет заранее представить себе отношение величины постройки к телу человека, к другим, уже существующим образцам и таким образом предвидеть приближенно потребность в строительных материалах, рабочей силе, деньгах, продовольствии, времени.

Мера объединяет мастера и занятых на стройке плотников, каменщиков, мастеров по резьбе, иконописцев. Без указания меры невозможно заранее представить себе размеры сводов и арок и заказать плотникам заблаговременно кружала, нельзя задать размеры проемов и простенков, предупредить, на какой высоте закончить кладку столба и начать выводить свод, заказать иконы для иконостаса, размеры которого заранее неясны.

Отсутствие мерной шкалы с повторяющимися размерами сделало бы нелегкой проблемой осуществление простых отношений, таких как деление на 3,5 или 6 частей, а с отношениями подобного рода мы непрерывно в постройках встречаемся. Высота от пола до низа окна, высота ступени, ширина окна в свету и внутри — все это и бесчисленное другое мастер обязан был бы в натуре закладывать сам, если б не возможность указать меру каждой детали.

Что же касается парной меры, когда в постройке используется одновременно два согласованных между собой эталона длины, то такая пара, становясь законом определения пропорций и соразмерностей постройки, позволяет зодчему не только представить себе ее абсолютную величину, но и образ. Она дает возможность просто и без путаницы разобраться в иерархии большего и меньшего, выделяя большее тому, что требует большего по функции или идейному смыслу. И для всего этого не требуется сделанного точно и в масштабе чертежа. Мастеру достаточно схемы, рисунка, выявляющего характер формы: ее кубичность либо же вертикальность, либо горизонтальность. Рассматривая в дальнейшем конкретные постройки, мы убедимся, насколько парная мера организует мысль зодчего и как она позволяет ему легко и уверенно, зная иерархию большого и малого, объединять разные части в одно гармоничное и стройное здание.

5.3. История метрологии — ровесница землемерия, государственности, обмена и строительства. В разных и далеких друг от друга углах земного шара, где складывалась человеческая цивилизация, эталоны длины оказываются в принципе одними и теми же, они происходят из членов человеческого тела. Такое происхождение мер автоматически обусловило их драгоценные для формообразования качества. Во-первых, антропометрические меры находятся в определенной связи с человеческим ростом, соразмерны человеку и потому удобны при конструировании предметов и объектов, предназначенных служить человеку. Во-вторых, члены тела человека обнаруживают в размерах своих определенную геометрическую согласованность, которая выражается прежде всего дихотомией — последовательным делением пополам. В-третьих, эти отношения суть отношения двойного квадрата,

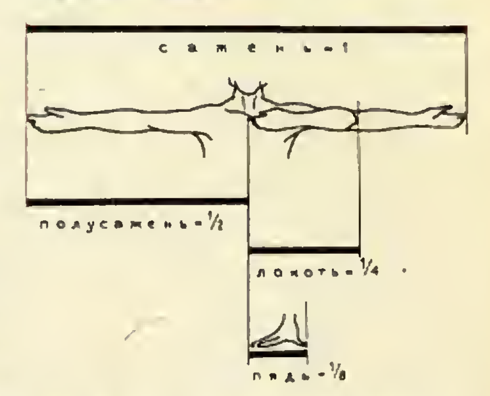
определяющего и включающего в себя все связи золотого сечения.

Так человек, строя, отображает в деле рук своих окружающий его мир бытия; пользуясь "человечьими" мерами, он невольно следует принципу пропорции, заложенному в нем самом. Он продолжает в своем творчестве природу и потому вступает в контакт с созданным им миром вещей в согласии чувств. Отсюда нетрудно понять то роковое значение, которое имел для судеб архитектуры отказ от естественных мер и переход к одной и единственной мере длины — метру.

5.4. Дихотомия есть главный аккорд строения тела, повторенный, словно эхом, членениями его отдельных частей. Тело, измеренное от макушки до пят, разделено пополам. Верхнюю часть образуют туловище с головой и шеей, нижнюю — нижние конечности. И точно так же — и числом, и приемом — разделена, например, кисть руки. Верху, туловищу и голове соответствуют пясть и запястье, низу, конечностям — деленные на фаланги пальцы, и так же череп разделен на равные части — лицевую и лобную — положением глаз. Руками удобно осуществить измерение в стороны. Максимальный захват в стороны — "досягание" в стороны — определил понятие "сажень". Мерная сажень — размах в стороны — удобное складное мерило. И в самом деле. Наибольший захват кистью руки — пядь ровно два раза укладывается в длине локтя. 4 локтя составляют размах рук в стороны, и в этом легко убедиться, если сложить в локтях простертые руки и соединить концы пальцев на середине груди, в точке между ключицами (рис. 140). Это распространенная мера порядка 176 см.

5.5. Но "досяганием" в стороны далеко не исчерпаны способы и нужды измерения. Существует измерение высоты "досяганием" вверх — это расстояние от подошвы ног до конца пальцев поднятой вверх руки. Мера эта также широко распространена в метрологии разных народов. Ее представляет размер 216 см. У греков это филетерийская оргия, а на Руси — казенная орленая сажень XVI–XVII вв. Человек с поднятой рукой положен и Ле Корбюзье в основу созданного им Модулора XX в.

140. Мерная сажень — размах рук в стороны — удобное складное мерило, основанное на последовательном делении пополам



Но самое, пожалуй, широкое распространение в русской строительной метрологии средних веков имел двойной шаг, обычно именуемый либо тмутараканской, либо прямой саженью — мера, связанная, по-видимому, с землемерием. Естественной мерой горизонтальных размеров служит стопа — след ноги на земле — фут. Для более крупных промеров удобен шаг, и здесь экономно считать не шаги, а пары шагов под правую либо левую ногу (достаточно вспомнить знаки +,—, в египетской письменности Λ). Римский шаг passus равен 148 см, английский землемерный шаг XVI в. — 152 см, а русский парный шаг XI в. определяется историками по-разному: то как 142, то как 152 см. Давшая имя этой са-

жени надпись на тмутараканском камне гласит: "В лето 6576 (1068 год) Глеб князь мерил море по леду от Тмутороканя до Кърчева 10000 и 4000 сяжен". Размер тмутараканской сажени определен ориентировочно историками, потому что точно определить, каково было в XI в. расстояние от Боспора до Таматарха (примерно 18 миль), никто, быть может, не пытался.

С точки зрения антропометрии двойной шаг – понятие неопределенное, потому что шагать можно по-разному, но на самом деле, исторически, эта мера получила точно фиксированный эквивалент в самом теле человека. Она равна расстоянию от подошвы до точки между ключицами, где мы сводили концы пальцев, складывая живую мерную сажень. Эта же точка определит и тело человека, она есть *δομα*, знакомая нам по Парфенону.

Пядь и пальма (ладонь), палец (дюйм) – меры кисти руки имеют в строительной метрологии не самостоятельное значение, а входят в крупные меры.

5.6. Меры, производные от тела человека, в принципе неодинаковы. Люди бывают разного роста. "Сажень доброго мужа"; "сажень человечья", "двое сажень мои" – вот нередкий комментарий к описаниям размеров построек, приводимый в исторических текстах. Но для нас в настоящий момент вся соль не в абсолютных размерах, а в геометрической сопряженности мер между собой, которая в пропорционально сложенном человеке (а вряд ли нелепая фигура послужит образцом для заимствования мер) сохраняет с достаточной устойчивостью определенные отношения. Ладонь укладывается в локте 6 раз, и эта мера известна была египтянам как "пальма". В египетском локте 6 пальм, а в царском – 7. Двойной шаг есть высота тела, а высота тела сопряжена с ростом человека, как 5:6, мы знаем это и от Витрувия, и по канонам в искусстве – от Леонардо и Микеланджело до Лосенко. Размах же рук, как установлено антропологами, немного более роста и составляет в отношении к росту у мужчин 103 %. Человек с поднятой рукой в отношении к росту – 126 %. Таким образом, не составляет труда определить взаимосвязь между тремя основными естественными способами досягания: вверх, в стороны, и шагами, приняв за единицу человеческий рост:

$$\frac{\text{двойной шаг}}{\text{размах рук}} = \frac{0{,}833}{1{,}030} = 0{,}809 = 1:(\sqrt{5}-1) \quad (0{,}000),$$

$$\frac{\text{размах рук}}{\text{человек с поднятой рукой}} = \frac{1{,}030}{1{,}260} = 0{,}819 = 1:(\sqrt{5}-1) \quad (+0{,}01);$$

$$\frac{\text{двойной шаг}}{\text{человек с поднятой рукой}} = \frac{0{,}833}{1{,}260} = 0{,}663 = 1:3 \quad (-0{,}003).$$

Становится понятно, что, применяя в одной постройке две какие-либо меры, являющиеся частями тела и потому удобные для многократного воспроизведения одной и той же величины и к тому же всегда имеющиеся "с собою", назначая части в той или другой мере, но в одинаковом счете, мастер не только получает геометрическое подобие, одинаковые соотношения частей, но, даже и не предполагая об этом и к этому не стремясь, создает структуру пространства, в которой все части соединены связями золотого сечения или с ним связанными связями, характерными для естественной геометрии.

Применив, например, полусажень мерную в паре с тмутараканской саженью или же локоть мерный с тмутараканской полусаженью, мастер связывает эти части отношением золотого сечения:

$$\frac{176\ \text{см}:2}{142} = \frac{44}{71} = \frac{\sqrt{5}-1}{2} = 0{,}618.$$

5.7. Наряду с естественными мерами, продиктованными телом человека, – "саженями человеческими" в русской строительной метрологии встречаются меры, не досягаемые размахами рук. Существует так называемая "большая косая сажень" – 248–249 см, которая, как показал Б. Рыбаков, есть не что иное, как диагональ квадрата со стороною в мерную сажень:

$$\frac{176\ \text{см}}{249\ \text{см}} = 0{,}707 = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Существует плотницкая простая сажень или ручная, определяемая расстоянием между большими пальцами раскинутых рук – 153 см. Малоестественный способ воспроизведения меры от пальца до пальца позволяет найти геометрическую пару человеку с поднятой рукой – казенной сажени 216 см:

$$\frac{152{,}7\ \text{см}}{216\ \text{см}} = 0{,}707 = \frac{1}{\sqrt{2}},$$

т.е. антропометрически закрепить геометрическую сопряженность, так же как можно воспроизвести "недосягаемую" сажень 248 см измерением "от земли до земли с ноги на руку" [42,с. 75].

Исторические свидетельства

5.8. Литературные источники содержат указания, неоспоримо показывающие, что здания размерялись издревле саженями, локтями, ладонями, пядями. Кроме того, мы располагаем множеством и прямых и косвенных свидетельств о том, что в одной и той же постройке на Руси применялись одновременно две, а порой и три меры одновременно. И, наконец, мы располагаем теперь и прямым археологическим доказательством, подтверждающим концепцию парных мер системы двойного квадрата: геометрически сопряженных мерных шкал, взаимосвязанных именно в тех отношениях и в тех абсолютных величинах, которые были предсказаны в рамках исследования пропорций русских построек задолго до того, как мерная трость древнерусского зодчего была обнаружена при археологических раскопках в Новгороде в культурном слое начала XIII в. Тексты летописи массоретской Библии и Книги пророков датируются разными источниками от V до XI вв. до н.э. В этих текстах можно встретить метрологические описания Иерусалимского храма, построенного царем Соломоном (закладка храма – 1010 г. до н.э.). В этих отрывках представляет интерес не только описание, и очень подробное, устройства храма, но и сами меры, названия их и счет, определявший основные размеры: поразительное постоянство бытия основных мер именно в этом счете заслуживает внимания.

Приведем лишь некоторые из них.

"И начал Соломон строить дом Господень в Иерусалиме на горе Мориа во второй день второго месяца в четвертый год царствования своего. И вот основание, положенное Соломоном при строении дома Божия: длина его 60 локтей по прежней мере, а ширина 20 локтей".

"И сделал Святая Святых: длина его по ширине дома 20 локтей, и ширина 20 локтей".

"И сделал медный жертвенник: 20 локтей длина его и 20 локтей ширина его и 10 локтей высота его".

"И сделал море литое: от края его до края его 10 локтей, все круглое

вышиною 5 локтей; и снурок 30 локтей обнимал его кругом".

"И литые подобия волов стояли под ним кругом со всех сторон: на 10 локтей окружали море кругом два ряда волов, вылитых одним литьем с ним. . . толщиною оно было в ладонь".

"И сделал 10 омывальниц, и сделал 10 золотых светильников, и сделал 10 столов, и сделал 100 золотых чаш"[Паралипоменон, 2, 3, 4].

"В первый год царствования Кира царь Кир велел построить дом Господа в Иерусалиме. Высота храма 60 локтей, ширина 60 локтей" [Ездры, 2.24, 25].

". . . в 14 году по разрушении города . . . он повел меня туда. . . и поставил меня на весьма высокой горе и на ней, с южной стороны были как бы городские здания. . . И вот муж, которого вид как бы вид блестящей меди, и льняная вервь в руке его и трость измерения, и стоял он у ворот. И сказал мне муж: сын человеческий, смотри глазами своими и слушай ушами своими и прилагай сердце твое ко всему, что я буду показывать тебе".

"И вот вне храма стены со всех сторон его, и в руке того мужа трость измерения в шесть локтей, считая каждый локоть в локоть с ладонью. . .".

"И вот размеры жертвенника локтями, считая локоть в локоть с ладонью: основание в локоть, ширина в локоть же и пояс по всем краям в одну пядень".

"А в площадке 14 локтей длины и 14 ширины на все четыре стороны ее, и вокруг нее пояс в пол-локтя, а основание ее в локоть вокруг" [Иезикиль, 40–43].

"Когда будете делить по жребию земли на уделы, отделите священный участок в 25000 тростей длины и 10 000 ширины" [Иезикиль, 45].

"К святилищу отойдет четырехугольник 500 тростей кругом".

"Когда муж пошел на восток, то в руке держал шнур и отмерил 1000 локтей. . . и еще 1000 локтей. . . и еще 1000 локтей" [Иезикиль, 47].

Меры заданы круглым счетом. Ширина храма и Святая Святых – 20, 1000, 100, 10, 60 и 30, 50 и 25, 14 – таковы излюбленные размеры. Трость имеет размер 6 локтей. Одновременно с ладонью применяется пядь. Малые величины определены пядью и полулоктем. Весь ритм повествования также проникнут удвоением. Это не только числа 10 и 20, 5 и 10, но и "второй день второго месяца в четвертый год царствования" и т.д. Такую же ценность представляет другой рассказ о строительстве Соломонова храма, содержащийся в древнеславянском сказании о Соломоне и Китаврасе (XIII в.). Царь Соломон, хитростью пленивший Китовраса, говорит, обращаясь к нему при встрече: "Не на потребу тя приведох себе, а на упрос очертания Святая Святых", и мы понимаем, что Китоврас – это зодчий. Действительно, "бысть же Китоврас у Соломона до свершения Святая Святых"... "созда Соломон два Домы: храм Господень и дом Царев. И тогда Соломон отпусти Китовраса. Деталь же, во имя которой Б.Рыбаков обратил внимание на этой сказание, состоит в следующем: Китоврас, приведенный к царю, "умеря пруты 4 лакоть и вышел пред царя поклонился. И поверже пруты пред царя молча". Прут был не один: это были мерные трости; и коль скоро трость была не одна, то отсюда следует, что в постройке применялись разные меры [45, с.254–258].

5.9. Мы находим тому много свидетельств. В рядной записи на постройку стен и башен Иосифо-Волоколамского монастыря, составленной мастером Трофимом Игнатьевым, упоминаются одновременно две меры: казенная сажень в 216 см и великая косая сажень в 249 см.

В рядной записи сельского плотника Федора по прозвищу Конемаз на постройку Усть-Кулуйского погоста (конец XVII в.) – документе в высшей степени примечательном, сказано: "А рубить мне, Федору, в высоту до порога 9 рядов, а от пола до поволоки как мера и красота сяжет. . ., а клин на церкви рубить по тёсу 3 сажени печатных . . . паперть срубить дву сажен ручных" [15, с. 86]. И эта формула народного мастера – "как мера и красота сяжет" – емко отображает отношение меры и красоты в русской архитектуре.

Итак, каковы были меры Древней Руси? В какие геометрические сопряженности соединялись они друг с другом? Как применялись?

Помимо уже рассмотренных мер нужно упомянуть "сажень без чети" – в 197 см, которая геометрически сопряжена, как показано Б. Рыбаковым, с мерной саженью отношением 2: $\sqrt{5}$. Это диагональ полуквадрата со стороной в мерную сажень. И потому вполне вероятно, что и само ее название – "без чети" не означает нехватку четверти, а значит, что эта мера не имеет собственной пары, т.е. четы: она соединяется с мерной саженью, уже спаренной отношением 1: $\sqrt{2}$ с великой косой.

Итак, мы выяснили две группы мер. Меры, сопряженные как сторона и диагональ квадрата, т.е. отношением чисто геометрическим и не имеющим органического эквивалента в естественных членах тела человека, ибо тело сопряжено в соразмерностях пентагональных. Поэтому одна из мер в этих парах искусственна.

$1:\sqrt{2}$

$$\frac{\text{простая сажень}}{\text{большая сажень}} = \frac{153\ \text{см}}{216\ \text{см}};$$

$$\frac{\text{мерная сажень}}{\text{великая косая}} = \frac{176\ \text{см}}{249\ \text{см}}$$

И меры, сопряженные в системе двойного квадрата, – меры, данные человеку от природы:

$$1:(\sqrt{5}-1)\ \frac{\text{тмутараканская сажень}}{\text{мерная сажень}} = \frac{142\ \text{см}}{176\ \text{см}};$$

$$\frac{\text{мерная сажень}}{\text{большая сажень казенная}} = \frac{176\ \text{см}}{216\ \text{см}}$$

И третью пару представляет "сажень без чети", специально рассчитанная в отношении основной, мерной сажени, в отношении стороны и диагонали двойного квадрата – связь, прямо идущая на Русь из Византии:

$$2:\sqrt{5}\cdot\frac{\text{мерная сажень}}{\text{"сажень без чети"}} = \frac{176\ \text{см}}{197\ \text{см}},$$

А если представить себе, что мастер пожелал бы иметь парную меру к сажени тмутараканской, связанную с ней как диагональ квадрата, он вычертил бы квадрат со стороной в тмутараканскую сажень и, проведя диагональ, сделал бы ее эталоном длины – саженью в 200,8 м, удобной для построения и контроля прямого угла и позволяющей строить пропорциональные связи 1: $\sqrt{2}$. До сих пор о такой мере историки архитектуры не говорили. Однако признать ее существование необходимо.

Новгородская мерная трость конца XII в.

5.10. Новгородская мерная трость недвусмысленно и однозначно ответила на все вопросы много лет идущего спора между толкователями древнерусских пропорциональных систем. Найден ее обломок длиною немногим более полуметра. Это брусок прямоугольного сечения

24x36 мм. На трех его гранях нанесены мелкие и крупные деления различных шкал. Каждая его грань, исключая одну пустую, имеет длинные риски по всей грани, и каждое такое деление делится на 10 равных частей часто расположенными зарубками. На одной грани ясно видны 4 деления (общий размер 334 мм); на второй грани – 6 делений (общий размер 439 мм) и на третьей грани – 3 деления (общий размер 178 мм). Средний размер для каждой шкалы – деления нанесены неточно равными – определяется так:

178 мм : 3 = 59,33 мм;
439 мм : 6 = 73,17 мм;
334 мм : 4 = 83,50 мм.

Поскольку каждое из этих делений разделено одинаково на 10 частей, мы заключаем, что *все три шкалы градуированы одинаково.* Принцип одинакового и дробного членения шкал помогает понять назначение мерной трости, метод ее приложения и восстановить ее первоначальный вид.

Четырехгранная трость имеет одну пустую грань и три грани с делениями. Цена делений шкалы, расположенной посередине между градуированными шкалами, сопряжена со смежными для нее шкалами уже хорошо нам знакомыми отношениями, выдержанными с хорошей точностью. Это органическая связь естественных мер человека:

$$\frac{1}{\sqrt{5}-1} = 0{,}809;$$

$$\frac{59{,}33\ \text{мм}}{73{,}17\ \text{см}} = 0{,}811 \qquad (+0{,}002)$$

и искусственно воссозданная связь стороны и диагонали квадрата:

$$\frac{1}{\sqrt{2}} = 0{,}707;$$

$$\frac{59{,}33\ \text{мм}}{83{,}50\ \text{мм}} = 0{,}710 \qquad (+0{,}003)$$

Они не только связаны, как уже описанные до появления новгородской трости парные меры, но и являются ими по абсолютным размерам. 24 деления каждой из шкал дают соответственно сажени:

Т (тмутараканская) –
142,4 см = 59,33x24;
М (мерная) – 175,6 см = 73,17x24;
Н (косая новгородская)
200,4 см = 83,50x24,

а мерная трость в целом представляет собой реальное воплощение легендарной до этой поры парной меры, предназначенной для построения архитектурной формы.

Обломок мерной трости позволил восстановить ее первоначальный вид и показать ее назначение. Можно точно определить левый конец трости, откуда берет начало отсчет размеров: продолжение рисок в обе стороны показало, что все три шкалы совпали, имеют общую точку и это есть начало отсчета – начало трости. Нанеся на трость большую из саженей – 200,8 см (разметив на ее гранях риски, недостающие до 24-х), мы воссоздаем эту трость в первоначальном виде.

Конечно, такая реконструкция второго конца не единственно возможная. Так, Б. Рыбаков, реконструировавший новгородскую трость первым, а вслед за ним и А. Пилецкий полагают ее длину 175,6 см, считая ее мерной саженью. Но в этом случае перед обоими реконструкторами встает один и тот же трудный вопрос, на который оба они не находят удовлетворительного ответа, – вопрос о системе членений шкалы [44, с.205–217; А. Пилецкий. Системы величин мер и пропорций. – Архитектура СССР, 1980, № 10, с.54].

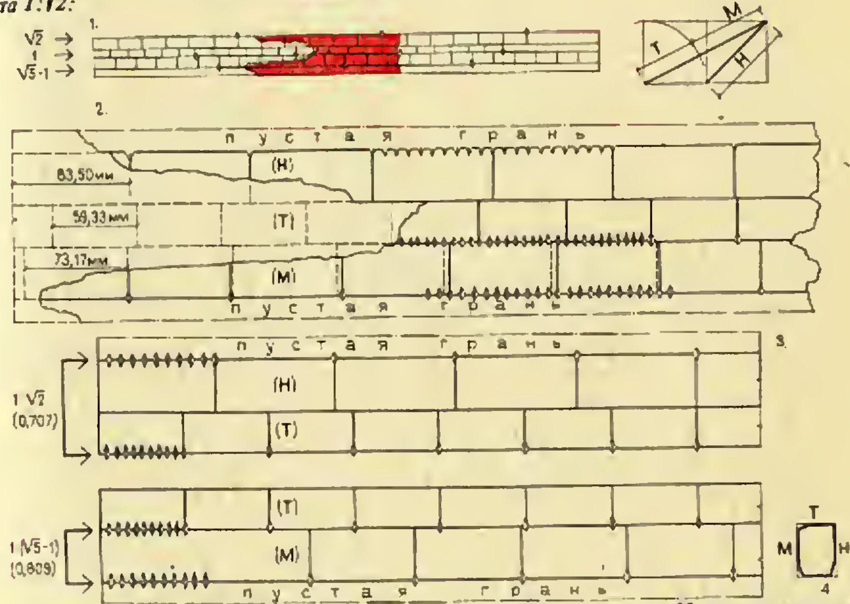
Б. Рыбаков полагает, что все три сажени разделены на 21 часть и каж-

141. Новгородская мерная трость XII в. Геометрические сопряженные парные меры Древней Руси объединили качества меры, основанной на кратном делении на равные части (последовательная дихотомия), с качествами пропорционального циркуля, установленного на отношения двойного квадрата 1:(√5–1) и квадрата 1:√2:

$$\frac{\text{тмутараканская сажень (Т)}}{\text{мерная сажень (М)}} = \frac{1}{\sqrt{5}-1} = 0{,}809;$$

$$\frac{\text{тмутараканская сажень (Т)}}{\text{новгородская косая сажень (Н)}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0{,}707.$$

Вверху: реконструкция трости, выполненная по обмеру обломка, найденного в раскопе. *Справа вверху:* положение мер Т, М, Н на чертеже двойного квадрата



дая 1/21 сажени делилась на 10 частей. Но такое деление в истории метрологии не имеет аналогов: предположить сажень не разделенной на локти не только исторически неоправданно, но и не нужно, так как каждая сажень на 1/4 своей части имеет риску.

Б. Рыбаков в своей статье, посвященной этой находке, показывает, что деление мерной трости на 210 частей служило затем, чтобы "переводить окружность и отрезки окружности, дуги в линейные меры". Но достаточно ясно, что такая задача мало имеет общего с теми задачами, которые приходится решать архитектору на строительной площадке. К тому же мелкие деления затрудняют чтение размеров и потому на строительной мере без особой и повседневной нужды наноситься не будут.

А. Пилецкий считает, что две шкалы делились на 24 части, и видит в них сажени. Это его решение не вызывает малейших сомнений. Третью же шкалу, которую мы обозначили Н, он посчитал состоящей из 18 делений, составляющих простую сажень в 153 см, получив знакомую и потому вызывающую доверие меру. Но это значит, что меры на одной трости разделены по-разному: на 24 и 21 часть. Отношение, связывающее локти

между собой, не является отношением, соединяющим сажени в целом. Простая сажень, деленная не на 4 локтя, снова историческая неправда. Но главное, что уничтожается практический смысл геометрической сопряженности. Мерная трость не может быть использована так, как это двумя строками ниже пишет А. Пилецкий: одинаковым счетом делений на сопряженных мерах. Ибо сравнив сажень с саженью, мастер получит одну связь, а сравнив локоть с локтем, — другую.

В действительности же все три шкалы построены последовательно и по одному и тому же исторически обоснованному принципу: 1 сажень = 4 локтя; 1 локоть = 6 ладоней; 1 ладонь = 10 зарубок.

Ладони четко выделены длинными рисками, а локти, возможно, были отделены цветом. (Это сделало бы пользование саженью простым.)

В русской строительной метрологии мы прежде с такой системой членения шкалы не сталкивались. Но деление на локти и ладони отвечает исторической правде. Что же касается деления на ладони и каждой ладони на 10 частей, то здесь, в области истории мер, аналогии существуют. Как в греческой, так и в римской системах денежных единиц [35, с.1372].

У греков на рубеже двух эр: 1 сатир = 4 драхмам; 1 драхма = = 6 оболам; 1 сатир = 24 оболам. И как 1 локоть новгородской трости поделен на 60 зарубок и ладонь на 10 частей, так и в этой греческой системе денежных единиц 6000 драхм составляют 1 аттический талант, а 100 драхм — 1 мину. Таким образом, деление на 24 части здесь соединено с десятиричной системой, и этим именно приемом размечена мерная трость: на локти — числом 6; на ладони — числом 24 и на зарубки — каждый локоть — числом 60.

Вторая параллель не менее интересна.

Древнеримские денежные меры соединялись в ту жу эпоху, на рубеже эр, так: 1 сикль = 4 динариям и 1 динарий = 10 асам. Деление на 4 части соединено с делением на 10 частей. Позднее градация римской шкалы изменяется. Возникает такая система: 1 сикль = 4 динариям, 1 динарий = 16 асам, 1 ас = =4 кодрантам, 1 кодрант = 2 лептам.

Десятиричная система уходит, уступая место счету, основанному на делении пополам. То же происходит и в русской строительной метрологии, где прочно устанавливается деление сажени по тем же признакам дихотомии: 1 сажень = 4 локтям, 1 локоть = 2 пядям, 1 пядь = 2 полупядям.

5.11. Для чего же потребовалось мастеру усложнить деление мерной трости и ввести столь мелкие членения — зарубки, размер которых меньше 1 см? Ведь такие мелкие деления строительству противоестественны. Все, что мы читали о мерах до сих пор, говорит о стремлении определять все размеры крупно, целым счетом, и человеческие сажени, тем более пара саженей, дают такую возможность.

Этот вопрос отпадает сам собою, как только мы знакомимся с тем, как расположены шкалы и все зарубки на мерной трости. Взаимное положение шкал и каждый надрез ножа обнаруживают глубокую продуманность и заботу о том, чтобы работа с тростью была легка и исключала возможность путаницы.

Так же как слева направо читаются новгородские берестяные грамоты XII в., так же слева направо идет отсчет размеров. Тмутараканская сажень, предназначенная для работы в паре с мерной и в паре с новгородской косой, расположена между ними. Сажени М и Н, которые сопрягать не нужно, имеют между собой чистое поле — пустую грань. Зарубки же нанесены на ребра граней с таким расчетом, чтобы сразу были видно, какой стороной трость повернута: для работы тмутараканской и мерной саженями, в золоте (0,618 и 0,809) или тмутараканской и новгородской косой (0,707).

А. Если гармонизуется форма в золоте, тмутараканской и мерной саженями, то зарубки расположены на ребрах трости, окаймляющих общую грань, создавая впечатление линейки с делениями внизу и вверху. Б. Если нужно воспользоваться диагональной связью $1:\sqrt{2}$, т.е. саженями тмутараканской и новгородской косой, то и зарубки лежат при диагонально расположенных, противоположных ребрах трости, а к мастеру обращено ребро, где сопрягаются только большие риски — ладони. Парность мер, самостоятельная роль двух пар шкал отчетливо выражена. И именно потому, что это парные меры, изготовленные специально для построения пропорциональных цепей переводом из меры в меру (и только поэтому!), создана непрерывная лента с зарубками частых делений: парная мера — такой же пропорциональный циркуль, которым можно измерить любую величину и получить отвечающий ей парный размер.

Вот как была описана мною работа с мерной тростью еще за 8 лет до того, как новогородская трость явилась на свет из раскопа: "Прием построения формы заключался в применении определенных парных мер, построенных на связи чисел 1, 2 и $\sqrt{5}$". "Не вызывает сомнения, что умножение и деление на $\sqrt{5}-1$ сводились к измерению исходного размера двумя видами саженей: мерной и малой . . . зодчий располагал двумя эталонами, связанными отношением $1:(\sqrt{5}-1)$. Ими служили мерная сажень 176,4 см и малая сажень 142,7 см (тмутараканская)". "Зодчий указывал, от какого размера натуры его (размер) брать и повторять ли тот же размер тою же мерою или отсчитать то же число, но другой мерой" [52, с. 78—80].

Остается сказать, для чего нужно было уметь измерить "любую величину"; ведь все исходные размеры действительно назначались в крупном и круглом счете. Если, например, ширина храма задана в 20 тмутараканских саженей и четверик представлен как мажор, то все очень просто: его высота равна 20 мерным саженям. Но чтобы продолжать эту цепь далее или чтобы получить, развивая структуру храма, второй размер — минор, неизбежно придется измерить тот же размер мерной саженью и то, что получится на мерной сажени, повторить с счете снова тмутараканской. 20 саженей Т = 142,4x20=28,48 м = = 16 саженям 5 ладоням 2 зарубкам М. Без зарубок перевод из меры в меру и, следовательно, построение пропорции было бы возможно, но с известным приближением. Мы увидим, что именно этим путем и пойдет впоследствии архитектура древнего Новгорода.

О гипотезах, объясняющих построение формы древнерусскими зодчими. Критерии достоверности

5.12. Геометрическая взаимосвязь размеров построек была широко показана для русской архитектуры XI—XIII вв. К. Афанасьевым в его труде "Построение архитектурной формы древнерусскими зодчими" [4]. Это — теория, утверждающая, что формы на стройке определялись геометрическим построением. К Афанасьевым убедительно показана распространенность отношения стороны к диагонали квадрата, повторяемость размеров и продемонстрированы многие другие отношения: разнообразие форм древнерусской архитектуры предстало перед специалистами не как следствие интуи-

тивного действия, а как результат, основанный на знании определенных канонических приемов.

А за двадцать лет до К. Афанасьева архитектором Н. Владимировым была показана геометрическая сопряженность форм в архитектуре Египта и верно установлено значение наклона ребра пирамиды Хеопса и пирамиды Хефрена [14]. Но способы осуществления геометрических соответствий верно определены не были, и в силу этого вся логика формообразования не могла быть освещена [14]. То, что геометрическое определение размеров построек исторически существовало, представляется очень вероятным, но только там, где был введен масштабный чертеж и затем меры с чертежа могли переноситься в натуру. Но метод геометрического построения нельзя переносить на русскую средневековую почву.

Ошибочное представление о методе геометрического построения формы опровергается существованием новгородской мерной трости, которая показывает, каким способом осуществлялось в реальных сооружениях отношение стороны и диагонали квадрата, прослеженное автором теории геометрических построений на множестве древнерусских построек. Искусственность в обосновании формы геометрическими манипуляциями сказалась и в том, что К. Афанасьевым сознательно оставлена в стороне проблема эстетики, вопрос о смысловом, логическом и художественном содержании приема, якобы примененного зодчим. Логика древнего мастера в этом ключе раскрыта быть не могла. Существенно и то, что теория геометрических построений игнорирует бесспорно установленное существование в Древней Руси саженей, деленных на локти, заменяя их римскими либо греческими футами.

Слабость теории геометрических построений обнаруживается там, где она противоречит истории. Все размеры, кроме начального, определяющего место столбов в центре, устанавливаются без приложения меры (противоречит свидетельствам истории). Процесс возведения храма начинается с определения подкупольного квадрата, и потому храм растет от центра, как снежный ком, к величине, неясной в начале строительства (противоречит всем древним спискам и рядным записям, которые обычно начинаются с указания ширины, длины и высоты храма). Разбивочные оси при разбивке не используются, между тем исторические свидетельства утверждают, что строительство храма начиналось с проведения осей.

Второй характерной чертой метода геометрических построений является излишняя мощь его аппарата соответствий. Применяя целочисленные отношения 1:1, 1:2, 2:3, 5:6 и 5:8, связи стороны и диагонали квадрата и двойного квадрата $1:\sqrt{2}$ и $2:\sqrt{5}$, отношение высоты и стороны в равностороннем треугольнике $\sqrt{3}:2$ и т.п., этот аппарат образовал такую шкалу, в которой максимально возможное отклонение любого размера от расчетных не превышает 0,02 измеряемой величины, а это и есть характерная для метода точность осуществления. И так же обстоит дело с модулем, лежащим в основе всей размерной структуры. За модуль – исходный размер в цепи соответствий принимается любая из четырех сторон подкупольного прямоугольника либо размер подкупольного прямоугольника по одной из осей, либо диаметр светового кольца, либо одна из диагоналей. А когда и этот набор мест измерения начального размера не достаточен, берется за исходный размер ширина храма. В довершение встречаются такие примеры: модулем Нередицкой церкви, равным 12 футам, объявлен диаметр светового кольца, но начало цепи геометрических соответствий, т.е. реальный модуль – расстояние между восточными столбами в 327 см, которое отличается от модуля на 43 см, от 10 греческих футов – на 19 см и от 12 римских-на 27 см.

5.13. Важным событием для развития представлений о методах работы древнерусского мастера-зодчего была статья Б. Рыбакова "Русские системы мер длины XI-XV вв.", опубликованная в 1949 г. и посвященная геометрической сопряженности древнерусских мер и их антропометрической воспроизводимости [42, с. 86–91]. Статья эта получила развитие и завершение в последующей публикации автора "Архитектурная математика древнерусских зодчих" [43], которая с точки зрения раскрытия рабочего метода древнего мастера ничего к первой статье не прибавляет, но содержит замечательное по глубине обобщение: "Пропорции древнерусской архитектуры заложены в самих системах мер длины".

По К. Афанасьеву, план сооружения развивался из модульного подкупольного прямоугольника, ширина которого определялась в 10, 12, 15, 16 или 20 римских или греческих футов. Форму же его устанавливала геометрия квадрата или прямоугольника, полученного из квадрата геометрическим преобразованием, или равностороннего треугольника, или круга, либо она устанавливалась целочисленно отношением 4:5 или, например, 20:21 и т.д. Далее все развивалось геометрическими засечками, чаще всего диагональными. Так добавлялась толщина столбов, ширина нефов, и возникало все пятно плана, уже заключающее в себе почти все основные размеры постройки, которые оставалось поднять в высоту. Здесь явно присутствует какая-то архитектурная логика.

По Б. Рыбакову, зодчий при построении плана использовал несколько мерных прутьев, каждый из которых делился на локти и пяди. С помощью двух основных саженей, связанных как сторона и диагональ квадрата, осуществлялся чертеж-вавилон, три вписанных друг в друга прямоугольника, расстояния между узловыми точками которых и были семью саженями, образующими систему древнерусских мер. На другом чертеже эти семь саженей взаимосвязаны более просто, они получены из квадрата, последовательно, поворотом диагонали переходящего в прямоугольники $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{4}$, $\sqrt{5}$ и т.д. Этими мерами и откладываются в дальнейшем размеры в плане (фасады, исключая аркатурный пояс Елецкой церкви, автором не исследовались)

По Б. Рыбакову, вавилон располагался в центре, на пересечении осей, определяя собой ширину подкупольного прямоугольника. Затем по осям в четырех направлениях от внешних линий вавилона отсчитывались размеры плана иногда косыми и мерными саженями вместе в одном направлении. При этом западная граница подкупольного пространства вавилоном не задается. Метод приложения геометрически сопряженных мер к форме не был здесь сколько-нибудь ясно определен. Назначение геометрической сопряженности мер осталось не раскрыто. Сама же сопряженность опускала основные связи двойного квадрата – отношение $1:(\sqrt{5}-1)$.

5.14. Роль геометрического подобия в структуре архитектурного сооружения не привлекла внимания исследователей, заложивших основу метрологического подхода к проблеме пропорций в архитектуре. Между тем значению геометрического подобия и аналогии были к этому времени посвящены замечательные работы А Тирша [70],

Д. Хэмбиджа [48], А. Цейзинга [50].

Непредубежденный подход ставит исследователя проблемы перед двумя исходными фактами. С одной стороны, в архитектурных постройках наблюдаются определенные повторяющиеся отношения. С другой стороны, существуют меры, применяемые в строительстве, геометрически сопряженные в тех же отношениях стороны и диагонали квадрата 1: $\sqrt{2}$. Но совершенно ясно, что геометрическая сопряженность эталонов длины имеет какой-то смысл только тогда, когда сопряженные меры одновременно применены. Имея одинаковую шкалу размеров, они осуществляют принцип подобия. Попытка взглянуть на постройки с такой позиции неожиданно открыла дверь в сам ход логического мышления древнего мастера. Возник целый поток ассоциаций, раскрылся образный строй. При этом открылось и то, что меры, объединяемые Б. Рыбаковым системой квадратов, представляют наравне с ней систему двойного квадрата. Новгородская трость сделала это предположение, возникшее вместе с идеей парной меры в 1961 г., уже не гипотезой, а реальностью. Идеи, сформулированные мной в книге "Геометрическая гармония" и статье "Геометрическая гармония в архитектуре" (1962–1965 гг.), раскрытые затем в книге "Логика архитектурной гармонии", теперь подтвердились [52, 53, 56].

Итак, парная мера представляет собой рабочий инструмент древнерусского мастера. Это две одинаково расчлененные и разные по величине, связанные диагональной связью двойного квадрата (квадрат включен в двойной квадрат) сажени. Одинаковый счет размеров, подобно шарниру пропорционального циркуля, соединяет две меры в один инструмент построения формы. Строятся ритмы. Сопоставляются действительно соизмеряемые зрением части постройки. И в этом – смысл гармонизации.

Парная мера – неизмеримо больше, чем пропорциональный циркуль, потому что кроме пропорциональности частей она определяет и их отношение к человеку, вводит понятие масштабности и позволяет, пользуясь мерой, овладеть и масштабом. Парная мера содержит в себе, в отличие от Модулора Ле Корбюзье, равные деления, которые создают большое дополнительное удобство в решении многочисленных задач членения пространства. Парная мера позволяет предвидеть конечный результат, т.е. видеть не только абсолютные размеры, но и соразмерности, создающие вместе с линейным рисунком и цветом образ постройки.

5.15. В заключение необходимо сказать несколько слов еще об одной метрологической концепции в теории архитектурных пропорций – о "Всемере" (см. **А.Пилецкий**. Модулор в старинных русских мерах. – Архитектура СССР, 1976, № 8, с. 53–57).

Теория "Всемера" утверждает, что древнерусские меры числом 12 объединялись с XII до XУIII в. в единую систему геометрически взаимосвязанных величин. В отношении 12 шкал заключено все богатство пропорций: все 12 шкал могли одновременно применяться при возведении одной постройки. Свойства "Всемера" продемонстрированы таблицей (**А.Пилецкий**, указ. соч., с. 56), в которой чтение вертикальных рядов содержит удвоение размеров, а чтение диагональных рядов – отношение золотого сечения и "двойное золото". Меры связаны и отношением функции Жолтовского 0,472:0,528 (в нашей терминологии – в отношении стороны и диагонали в двойном квадрате 2: $\sqrt{5}$).

А.Пилецкий демонстрирует практическое применение "Всемера" на ряде сооружений, и вывод, который следует из этих практических примеров, за редчайшим исключением (например, ансамбль Крутицкого монастыря), состоит в следующем: 1) основные размеры всегда равны целому числу саженей и полусаженей; 2) характерен одинаковый счет, отсчитанный двумя, иногда тремя разными мерами. Этот прием господствует в определении членений фасадов на ярусы, в согласовании ширины нефов.

Таким образом, в фундаменте практического приложения мер автор теории положил, не делая на то ссылки, уже известный метод парных мер, раскрытый на образцах русской архитектуры XII-XУI вв. [52–55]. Следуя этому образцу, скомпонованы (в системе двойного квадрата!) и меры; заимствован прием удвоения счета, строящий, при пользовании мерами, связанными, как 1 и $\sqrt{5}-1$, золотое сечение (ср. А. Пилецкий. Системы величин мер и пропорций. – Архитектура СССР, 1980, № 10, с. 54 и тот же прием [55, с. 35]).

Теоретическая база "Всемера", подведенная автором под методику парных мер, в основных своих положениях не убедительна. Прежде всего неправдоподобна концепция строгой геометрической взаимосвязанности большого числа мер, очень близких по размерам, и одновременность использования их в одной постройке. Величины мер, упоминаемые в примерных значениях по разным источникам разных времен, соединены автором в цепь, почти сливающуюся в непрерывность. Пользуясь 12 видами саженей этого ряда – 258, 224, 230, 209, 197, 186, 176, 166, 159, 150, 142, 134 см, на примере планов дворца и церкви Крутицкого подворья в Москве автор показывает, что они размерены этими мерами – кратно саженям и полусаженям (**А. Пилецкий**. Система размеров и их отношений . . . – В кн.: Естественно-научные знания в Древней Руси. М., 1980 с. 92–94, 101).

Но человеку, практически связанному со строительством, немыслимо представить себе мастера, отсчитывающего размеры по 12 разным шкалам, тем более что они не содержат в себе идеи выбора нужных размеров.

Средняя разница между двумя смежными саженями "Всемера" 11,3 см. При счете полусаженями она равна 5,6 см. А это означает, что, если даже не пользоваться счетом в локтях, а применять только полусажени, максимально возможное расхождение любого наобум взятого измерения с дискретной шкалой "Всемера" равно 2,8 см, а средневероятное – 1,4 см. Красивый с виду орешек "Всемера" оказывается внутри пустым.

Еще неубедительней положение о геометрической сопряженности 12 шкал в навека выверенную систему, столь непросто сопряженную из столь мало различающихся величин. Чтобы уверовать в такую систему мер, нужно не отдавать себе отчета ни в том, что такое эпоха средневековья, в которой не было Палаты мер и весов, ни в истории и смысле строительной метрологии. Усложнив и запутав простую идею парных мер, "Всемер" уводит нас от верного понимания строительной метрологии и природы архитектурного творчества. Число мер на Руси было в принципе ограничено. Это были меры, продиктованные "досяганием" человека, его конечностями – руками и шагом, а также специально с ними геометрически сопряженные меры – диагонали двойного квадрата $\sqrt{2}$ и $\sqrt{5}$ (квадрат входит в двойной квадрат). Смысл этой геометрической сопряженности нам и предстоит рассмотреть.

В разных регионах, в разное время эти меры слегка варьировались, когда основная мера – сажень мерная – воспроизводилась людьми разного роста. И в этом – причина обилия упоминаемых в разных списках мер и колебаний близких по абсолют-

ным значениям саженей. Необходимо отметить и то, что простая палитра размеров, которую дает парная мера (не говоря уже о двойной паре!), ничуть не обедняет и не ограничивает возможностей выбора величин, она только делает этот выбор осмысленным, подчиняя его идее геометрического подобия, а пользование мерами — легким и понятным. Мы уже видели это на примере Парфенона и Эрехтейона, увидим и в русской архитектуре. Одна только пара — тмутараканская (Т) и мерная (М) сажени, — нанесенная на новгородскую мерную трость XII в. (Т::М = 0,809), разрешает:

а) одинаковым счетом той же сажени строить квадраты и кубы: Т:Т = М:М = 1,0;

б) одинаковым счетом разными мерами строить малоконтрастные нюансные соотношения — минор и мажор: Т:М = 0,809;

в) одинаковым счетом Т саженей и М полусаженей строить среднепропорциональные отношения — минор и мажор: М:2Т = 0,618;

г) одинаковым счетом той же мерой, в саженях и полусаженях, удваивать и делить пополам: Т:2Т = =М:2М = 0,5;

д) одинаковым счетом Т полусаженей и М саженей строить контрастные отношения — минор и мажор: Т:2М = 0,405;

е) одинаковым счетом равными мерами, отсчитанными в одном направлении, членить плоскости и объемы в ярко контрастных отношениях (вычленениях) : М–Т = 0,191.

Возникает равномерно градуированная палитра, способная в приложении к формам архитектуры удовлетворить любую фантазию (1–0,809–0,618–0,5–0,405–0,191), между собой отлично гармонизованная и спонтанно порождающая массу других связей, принадлежащих этой же системе.

5.16. Оценка архитектурной критикой современных теорий пропорциональности весьма расплывчата, неконкретна и часто поверхностна и ошибочна. И это понятно. Специальности "Теория пропорций" в архитектурной науке не существует. Это отхожий промысел для любого желающего. Не зная в комплексе этой проблемы, т.е. специфики, присущей числам и геометрическим фигурам, исторической эпохи со всеми тонкостями ее строительного процесса, не ставя даже себе задачи понять композиционную структуру и образный строй исследуемого сооружения, словом, не объяв проблему как целое, критик теорий пропорциональности (архитектор, искусствовед или историк) глядит с узкой своей позиции. Сравнивая различные теории, он находится в полутьме, где, как известно, все кошки серы. Ему представляется различным совершенно схожее и равнозначным — в принципе несравнимое. К чему приводят критические обзоры с подобных точек зрения, показывает пример статьи Р. Гаряева "К вопросу об измерении красоты в архитектуре" (Архитектура СССР, 1979, № 8 с. 25–27). Замечательно прежде всего то, что в статье нет ни слова о конкретном содержании рассматриваемых теорий, ни слова об идеях! Оценка теорий сделана с позиции "теории ошибок", на основе будто бы замеченных ошибок и неточностей.

Критик, в частности, показал несостоятельность моей книги "Логика архитектурной гармонии" [56], обнаружив, что в исследованиях отсутствует логическая система, что "в одних случаях общая длина плана исследуется с абсидами, а в других без абсид, что высота в одном храме показана до подножия креста и нижней кромки барабана, а у другого — высота до верхней кромки барабана сравнивается с длиной без абсид, что в структуре третьего храма включена только высота здания уже вовсе без барабана". Далее критик отмечает две "грубейшие ошибки" в определении соразмерности церкви Петра и Павла на Синичьей горе: отношение ширины храма к длине не 0,805, а 0,787, кроме того, четверик по внутренним стенам нельзя считать квадратом. "О равенстве ширины и длины вряд ли можно говорить, северная и южная стороны четверика разнятся на 50 см, а восточная и западная — на 90".

Конечно, нелегко догадаться, почему теория парных мер, которой посвящена рецензируемая Р. Горяевым книга "Логика архитектурной гармонии", опровергается исключительно ссылками на новгородские церкви, исследование которых в этой книге отсутствует [56, с. 123]. Еще труднее понять, как удалось критику не заметить, что в посвященной новгородским храмам статье для всех трех упоминаемых им церквей соразмерности рассмотрены однозначно, и с абсидами и без абсид, полная высота, высота одного четверика и отдельно высота барабана [54, с. 75–80, рис. 2–7 или в настоящем тексте 5.28, рис. 146–150]? Как удалось не обратить внимания на основное положение теории парных мер, подчеркиваемое во всех публикациях, что разметка планов выполнялась мастерами по разбивочным осям, а не по фасадам? Измеренные по осям ширина и длина плана церкви Петра и Павла дают соответственно 13,7 и 17,1 м, т.е. соразмерность 0,801, что отличается от отношения мер (0,805) на 0,004! Четверик же, измеренный по внутренним стенам, имеет ширину 10,86 м при длине 11,03 м, т.е. квадратен (ошибка 17 см), в то время как по фасадам стены действительно различны по длине на 50 и 90 см!

В таком же стиле и на том же примерно профессиональном уровне в этой статье рассмотрено около десятка исследований. Не дав себе труда разобраться в смысле теорий, их обоснований, извратив фактические данные в погоне за эффектом разоблачения ошибок и неточностей, критик затем оценивает их скопом, выплеснув вместе с водой новорожденного. Он делает широкие теоретические обобщения.

"Геометрия различных сооружений, особенно прошлого, часто исследуется в отрыве от исторической обстановки, художественного мировоззрения соответствующей эпохи"; "преимущественно исследуются объекты восприятия, тогда как в этой проблеме не меньшее место занимает воспринимающий объект — человек"; "как правило, исследуется отвлеченная геометрия зданий, а не их реальный архитектурный облик"; "установка на гармонизацию ставит под сомнение правомочность, например, композиционных аномалий Парфенона" (??). Главным пороком всех исследований пропорциональности в статье Р. Гаряева объявляется то, что "канонизация универсальных математических методов исключает живую, интуитивную сторону творчества, если не саму ее сущность, а попытки установления вечных истин и законов противоречат природе самого творчества".

Между тем весь круг вопросов, которые "часто, как правило, преимущественно" опускаются, с известной полнотой освещен сконцентрированно в рецензируемой книге, при внимательном прочтении текстов которой он мог бы понять, что история искусств убедительно показывает обратное. Знание объективных закономерностей, приемы, основанные на геометрическом знании, не только не мешали проявлению творческой интуиции, но, напротив, обусловливали ее реализацию в конкретную пространственную форму. Они служили мастерам во времена расцвета зодчества тем надежным основанием, которое позволяло перешагнуть через раздел, отделяющий еще неясное чувство и стремление к гармонии от воплощения угаданного образа в форму и материал — своего рода "магический кристалл", пройдя через который "неясно различимое" становится художественной формой.

Отрицать объективность закономерностей зрительного восприятия нельзя. Становление зрительного феномена связано со всем опытом восприятия объектов внешнего мира, сосредоточенным прежде всего на живых, движущихся объектах, а в формах живых существ прослеживаются определенные математические закономерности. Потому что в формообразовании, наряду с биоло-

гическими законами роста, сказались фундаментальные физические закономерности. Золотое сечение отображает, мы видели это, общеизвестную физическую закономерность – закон квадратов. Оно есть не что иное, как проявление закона роста в присутствии тяготения. Одно это положение делает понятным, что основания к отрицанию "вечных истин" нет. Если воздействие Земли на все живущее на ней имеет место, оно для проблемы формообразования на земле – фактор вечный.

Отсюда совсем не следует, что золотое сечение обязано непосредственно проявляться в объектах природы и, следовательно, в объектах искусства. Ведь если в свободном падении скорость пушинки и камня одна и та же, это вовсе не значит, что мы наблюдаем эту закономерность в жизни. Нет. Но за привычными фактами, чтобы их понять, надо найти закономерность, закон природы, т.е. то общее и простое, что лежит за сложными и разнообразными проявлениями реальности. Система двойного квадрата отображает все разнообразие реальных взаимосвязей процесса формообразования, за которым стоит принцип равного изменения, принцип пропорции, выраженный в геометрии пространства через A_0, квадратом которого служит золотое сечение. Золотое сечение выступает в формах природы и объектах искусства как идея равного изменения мерности в условиях тяготения, в присутствии 1. Но реализуется форма во всей структуре основанных на двойном квадрате соотношений – во взаимопроникающих подобиях.

История искусства знает каноны человеческого тела, созданные Праксителем, Микеланджело и Леонардо да Винчи. Созданное этими художниками не свидетельствует об их скованности и исключении живой интуитивной стороны творчества. А. Дюрер оставил нам свои каноны, которым посвятил немало сил и времени, но Дюрером не нарисовано и двух одинаковых лиц и фигур. Мы знаем Модулор ле Корбюзье, но им не построено двух похожих сооружений. Мы знаем теперь новгородскую мерную трость – инструмент, установленный на отношении 0,809 – "двойное золото" и $1 : \sqrt{2} = 0{,}707$, и не устаем поражаться разнообразию форм построек этого времени, размеренных этой и ей подобными парными мерами. Мы знаем Парфенон и циркуль музея Терм в Риме, установленный на пропорции Парфенона, и признаем совершенную гармоничность этой постройки.

Итак, история искусств убедительно показывает, что любой крупный мастер архитектуры, как и вся архитектура в целом, на любом ее историческом этапе, стремясь овладать пространством, ищет опору в ясной методике. Позиция истории в принципе противоположна позиции критика, и правда не на стороне последнего. В канонах закреплено, быть может, случайно угаданное знание объективных закономерностей – профессиональное мастерство, а "художник без мастерства – такое же чудовище, как и мастер без художника". Противопоставление интуиции и расчета в архитектуре, умение в них видеть нечто исключающее друг друга – глубокое заблуждение.

5.17. Существующее в архитектурной науке и характерное неопределенностью положение теории пропорций заставляет нас особо остановиться на пробных камнях теорий пропорциональности, которые легко позволяют видеть степень обоснованности теории и ее глубину.

Теории необходимо внешнее оправдание. Она должна быть исторически обоснована, покоиться на веских доказательствах, соответствовать историческим и археологическим фактам. Вопрос этот подробно развернут при изучении античной пропорции: мы все время стремились вести рассказ, сопоставляя свидетельства различных источников из истории архитектуры, античной философии с конкретной формой архитектурных построек и археологическими находками, т.е. строили выводы на надежном фундаменте. Мы пользуемся (и будем впредь пользоваться) точными археологическими обмерами построек, всесторонне исследованных при реставрационных работах.

Важнейшим узлом внешнего оправдания является вопрос о выборе мест промеров. Что, с чем и как сопоставляется – проблема, которая должна быть ясно освещена. Произвол здесь недопустим: его присутствие равноценно провалу на вступительном экзамене. Существуют прямые исторические свидетельства (да и сама логика строительного процесса и композиция зданий, основанная на симметрии, этого требуют), что разбивка сооружения начинается с проведения главных его осей. Исследователи пропорциональности, имея дело с чрезвычайно неправильными по форме планами древнерусских храмов, словно бы и не знают об этом. Но разбивка храма начиналась с проведения осей; отсчет размеров выполнялся по этим осям и от них. Следовательно, размеры квадрата определяются не шестью измерениями (любая из сторон и диагоналей), а всего двумя: на продольной и поперечной осях.

Не менее существен и вопрос о строгости математического аппарата, на котором строится вся аргументация теории. Мы уже не один раз убедились, что если теория способна оправдать любые размеры, то аргументация числами ей попросту не нужна. Она должна ограничиться словесной формулировкой и быть принята либо отвергнута одной лишь интуицией, потому что привлечение математических доказательств в виде таблиц и колонок чисел – пустая мистификация. Мы убедились в этом на примерах теории целых чисел в египтологии, на примере "Всемера" и, в известной степени, на примере теории геометрических построений. Можно вспомнить и опубликованную в свое время Д. Хазановым модульную теорию античной пропорции, в которой автор, объявив модулем Парфенона триглиф, показал что . . . $\frac{1}{24}$ его части, т.е. 3,5 см, с расхождением порядка 1 см (чуть более средневероятного!) кратны все части постройки, считая тем самым загадку античной пропорции раскрытой.

И, наконец, теории необходимо и некоторое внутреннее совершенство – она должна обнажать логику, которая стоит за канонами и приемами, получившими в истории права гражданства. Если теория ограничивает свою задачу тем, чтобы показать, что некоторые числа систематически возникают, но за сопоставлениями частей нет ничего, указывающего на причину этих сопоставлений (что, с чем и зачем), то ее значение для понимания проблемы пропорций едва ли будет существенно.

Если посмотреть на различные теории пропорций, руководствуясь названными здесь критериями, их одинаковость становится иллюзорна. Они начинают катастрофически таять, оставляя после себя только то, что представляет в них истинную ценность. Проверка историчностью, смыслом, математической достоверностью и архитектурной профессиональностью есть надежный фундамент формирования устойчивой и имеющей конкретную форму теории архитектурной пропорции.

Византийский канон

5.18. Деление новгородского мерного локтя на 60 зарубок показывает на связь с византийской строительной традицией. Но эта трость изготовлена русским мастером для

строительства русского храма. Нанесенные на трость малая тмутараканская сажень в 142 см (аналогичная той, которой князь Глеб мерил море по льду от Тмутаракани до Корчева) и мерная сажень в 175,6 см – меры русские.

Мы подробно останавливались на природе древнерусской строительной метрологии и выяснили, что она варьирует в принципе одни и те же, производные от роста человека меры и что к основным, естественно воспроизводимым саженям могли добавляться геометрически с ними сопряженные пары, такие как косая сажень, сопряженная с главною мерой отношением $\sqrt{2}$, или такие, как "сажень без чети", осуществляющая отношение 2:$\sqrt{5}$. Те же меры, которые даны человеку в самом человеке, геометрически сопряжены, как 1 и $\sqrt{5}-1$. Доступность возобновления мер, их воспроизведение снова и снова обусловили то, что комплекты мер могли быть различны по абсолютным размерам. Поэтому для архитектора, желающего понять природу гармонии старинных построек, для историка, стремящегося воссоздать дух времени и традиции мастерства, раскрыть материальную и духовную культуру минувшей эпохи, в еще большей степени, чем размеры бытовавших мер, важен смысл заложенной в них геометрической сопряженности.

Новгородская мерная трость позволяет представить себе телосложение человека, ее разметившего. Он невысок (170 см), локоть его равен 44 см, и человек такого же роста, разделив локоть на ладони по четыре пальца, получит такую же меру.

Мы начинаем рассмотрение храмов Киевской Руси, в строительстве которых принимали непосредственное участие византийские мастера или же их прямые ученики. Мастер, традиционно связанный с корнями византийского зодчества, мог иметь при себе освященную традицией главную меру – мерную ленту, основную сажень, к которой, построив квадрат или двойной квадрат, мог всегда добавить парную меру, нужную для осуществления замысла. Это подтверждается дважды: и летописью Киево-Печерского патерика, и тем, что меры, которыми построены Великая Печерская церковь в Киеве и Елецкая церковь в Чернигове, а также церковь Рождества Перынского скита в Новгороде, абсолютно тождественны. При этом их геометрическая сопряженность также точна.

5.19. Подобно тому как в текстах Библии сохранено описание храма Соломона, так и летопись Киево-Печерского патерика (конец XII – начало XIII в.) упоминает основные размеры Великой Печерской церкви. Отрывок Патерика, посвященный строительству храма, поразительно схож с ветхозаветным сказанием, в котором "муж вида блестящей меди с льняною вервью и мерной тростью в руке" показал, в видении, храм, который надлежало построить, и, прикладывая мерную трость, пояснил при этом меру частей постройки. Патерик повествует, как "придоша от Царьграда четыре мужи богаты вельми . . . глаголяще, где хощете церкв начати". Как в библейском сказании строителям храма является бог, так и на этот раз богоматерь дает им меру – златой пояс Христа ("пояс сына моего"), показывает храм и задает три главных размера: ". . . аще хощешь создатися яку же видишь величеством и высотою, размерив поясом тем златым 20 вшире, 30 вдолже, в высоту стены 50 с верхом" [36, с. 188].

В меру пояса на месте изготовляется трость, и смысл дублирования мерной ленты тростью состоит в том, что на трость наносятся нужные шкалы со всеми делениями. Трость становится парною мерой, как бы разумным существом, способным соединить воедино все части постройки, и потому летописец, видевший, как изготовили трость и как размеряли ею все части постройки, хотя ничего конкретно при этом не понял, увидел в куске дерева его могущественную способность угадывать нужные размеры, создающие красоту; он восклицает: "древо бяшет существом, но божиею силою одено есть" [36, с. 192–193].

Реконструировав мерную трость византийского мастера по аналогии с новгородскою мерною тростью, мы можем прочесть композиционный замысел трех упомянутых выше храмов, раскрыть для себя образную ассоциацию, которая заложена в основе крестовокупольного храма Киевской Руси.

Воссоздать мерную трость помогает изучение размеров построек и наблюдение Б. Рыбакова, сделанное еще в 1947 г., о том, что в Софии Киевском Спасо-Преображенском соборе в Чернигове и других постройках, осуществленных византийскими мастерами, часто встречается размер 96 см – византийская полусажень. Поскольку все меры между собой геометрически сопряжены, знание одного этого размера дает возможность установить все три меры, которые нам нужно нанести на трость, а реальные постройки служат пробным камнем, определяющим, справедливы ли наши предположения.

Сажень, для которой полусажень равна 96 см, есть 96·2 = 192 см. Приняв ее за "мерную сажень", находим ей отвечающий "двойной шаг" – 192 см: $\sqrt{5}-1$ = 155,3 см и вторую, диагональную пару. Но только не диагональ квадрата, как в новгородской мерной трости, а, памятуя о Греции, культуру которой наследовала Византия, диагональ двойного квадрата:

$$192\ \text{см} \cdot \frac{\sqrt{5}}{2} = 214{,}8\ \text{см}.$$

Это – филетерийская оргия, а половина ее есть "пояс сына божия" – полусажень в 107,4 см.

Итак, предположительно меры византийской трости установлены. Это три шкалы, образующие две парные меры. Связующим их звеном, мерою, входящей в обе пары, служит мера 192 см. Первая пара предназначена для работы в ключе 2: $\sqrt{5}$: М – мерная сажень 192 см; Ф – филетерийская 214,8 см; вторая – для работы в золотых отношениях ($\sqrt{5}-1$): :2:М – мерная сажень 192 см; П – простая сажень 155,3 см.

Эти парные меры позволяют понять логику древнего мастера, увидеть ее красоту и через нее прочесть ассоциативный образ древних сооружений и природу их гармоничности. Они откроют нам построение формы, соблюдающее традиции византийской школы, и вместе с мерами новгородской трости позволят проследить, как на коротком отрезке времени в 100–150 лет изменяется отношение мастера к образу крестовокупольного храма. Это изменение, как солнце в капле воды, отображено строительной метрологией. Сажень взамен непрерывной мелко градуированной шкалы получает шкалу груботдискретную, образованную последовательным делением пополам на полусажени, локти, пяди и полупяди. Такая градация удовлетворяет сложившемуся к началу XIII в. отношению к форме и образу.

5.20. Византийские архитекторы, создавая конструктивно-пространственную структуру храма, решали задачу организации внутреннего пространства молитвенного зала. Русские мастера восприняли уже определившуюся и канонизированную организацию как нечто само собой разумеющееся. Внимание их сосредоточено не на архитектурном пространстве, в котором была заключена суть ассоциативного образа храма, а на архитектурных объемах и формах. Возникло иное понимание архитектуры храма, его роли в жизни народа и пейзажа. Отсюда и перемены в строительной метрологии. Шка-

Мерная сажень М

Филетерийская оргия Ф

Косая новгородская Н

Рост

Парный шаг Т

Парный шаг Т

Новгородская (рост 170,5)	Саж М=175,6	Саж Т=142,3	Саж Н=200,4
Византийская (рост 185,5)	Саж М=191,6	Саж Т=154,5	Саж Ф=214
	Меры естественные		Меры, воспроизведенные геометрически

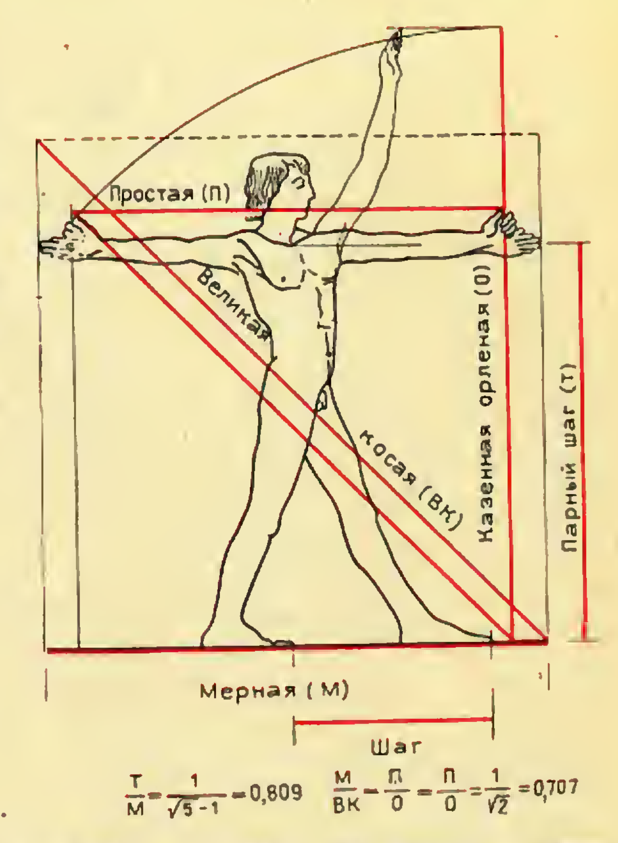
$\frac{T}{M} = \frac{1}{(\sqrt{5}-1)} = 0{,}809 \qquad \frac{M}{\Phi} = \frac{2}{\sqrt{5}} = 0{,}894 \qquad \frac{T}{H} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0{,}707$

ла теряет прежнее назначение. Она уже не предназначена плавному течению пропорциональной цепи размеров расчлененного и в то же время единого внутреннего пространства. Мастер видит в архитектуре объемы: четверик, барабан, главу на нем, абсиды и приделы. Он видит конструктивные части – столбы разной высоты в главном и боковых, более низких пространствах храма, разделяет стены и их покрытия, понимая что все это – части целого, которые следует соединить парною мерою как соразмерность, т.е. вполне отдельные части постройки, но подобные одна другой и подобные целому. Парная мера решает эту задачу. И здесь вполне достаточно было бы грубодискретной шкалы. Она несравненно понятнее и проще шкалы византийского корня, которая испещрена зарубками.

Так, архитектурное пространство уступило место архитектурному объему, пропорция – соразмерности,

142. Геометрическая сопряженность парных мер XI–XIII вв., основанных на естественных мерах человеческого тела. Меры византийского происхождения (рост 185,5 см, сажень мерная М 191,6, парный шаг 154,5, филетерийская оргия 214 см). Меры новгородские (рост 170,5, мерная сажень М 165,6 см, парный шаг Т 142,3 см и косая сажень Н 200,8 см)

143. Парные меры XVI–XVIII вв.



$\frac{T}{M} = \frac{1}{\sqrt{5}-1} = 0{,}809 \qquad \frac{M}{ВК} = \frac{П}{О} = \frac{П}{О} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0{,}707$

а старая мерная шкала – новой. Объекты киевской и новгородской архитектурных школ покажут нам эту эволюцию.

5.21. Почему языческая Русь, принявшая христианство при Владимире Святославиче, трансформировала отношение к образу храма, понять несложно. Интереснее понять причину того, почему образ крестовокупольного храма основывался на организации архитектурного пространства интерьера, а не на форме и объеме. Этот вопрос является ключевым к определению точек, по которым велись примеры, и, следовательно, ключевым к исследованию размерной структуры построек.

Молитвенный зал христианской церкви предназначен быть местом общения человека и бога – начала духовного, бесплотного и лишенного телесной оболочки в отличие от богов языческих, всегда конкретно воплощенных в телесный образ. Бог-дух, бог вездесущий и незримый – вот суть той идеи, которую архитектура могла бы отождествить только с пространством, в котором бог обитает, и именно эта идея породила крестовокупольный храм.

Внутреннее пространство храма – простертый с запада на восток крест ассоциирует человекоподобный образ. Форма креста, положенная в основу плана, – распятие есть образ человеческого тела. Запись в хронике бенедиктинского аббатства Сен-Трон, относящаяся к XI в., недвусмысленно повествует, что новая церковь "построена, как говорится

учителями, по величине человеческого тела". Алтарная часть вместе с обходами вокруг алтаря соответствует голове и шее, хор — грудной клетке, обе простертые в стороны ветви трансепта — рукам, неф — животу, а второй трансепт на западе — ногам [16, т. 4, с. 640].

Пространство молитвенного зала необходимо замкнуто и ограничено конструкциями. Но изнутри оно стремится освободиться от навязанных ему по необходимости геометрически строго организованных плоскостей и пределов, и это стремление преобладания пространства, его главенства определяет образ крестово-купольного храма не теми, конечно, средствами, как оно решает эту же задачу в готическом храме.

Внутреннее пространство зала расчленено в продольном (на нефы) и поперечном (трансепт, травея, нартекс) направлениях и потому обладает глубиной. Движение зрителя заставляет его меняться, жить, оно приводит взор к центральной части храма, где перекрещиваются средний неф и поперечный трансепт. Здесь кульминация образа. Сводчатое покрытие над пространством, определенным положением четырех центральных столбов, отсутствует, здесь пространство устремляется вверх, навстречу свету, падающему сквозь световое кольцо. Купол, замыкающий открывшуюся взору вертикальную перспективу, не воспринимается опертым на стену , он как бы парит над нею благодаря эффекту высоких узких окон, прорезающих световой барабан. Свет отделяет вогнутую поверхность купола от пространства молитвенного зала и дематериализует помещенное в куполе изображение. Фресковая живопись покрывает столбы, стены и своды, и геометрия конструкций, обнимающих пространства, нейтрализована, разрушена и лишена реальности цветовыми контрастами землистых охр и небесной лазури, синими, красными, зелеными и малиновыми тонами и солнечным сверканием смальты. Интерьер храма образуют слияние света и цвета, и когда это пространство наполняется звучащей на хорах, не по-земному равновесной и строгой мелодией, оно становится пространством, реально охватывающим и владеющим людьми, особенным состоянием духа, которое верующие называют благодатью.

5.22. Только поняв роль внутреннего пространства, поняв образ, который призвано это пространство олицетворить, поняв то значение, которое отведено в структуре внутреннего пространства месту скрещения среднего нефа и трансепта, где конструктивно осуществляется раскрытие пространства вверх, к небу, сквозь световое кольцо, только тогда становится ясен прием разметки плана и определения высотных размеров, которым владел мастер XI–XII вв.

Построение формы подчинено воплощению образа, и мерная трость используется прежде всего для определения границ внутреннего пространства. Главная цель приема – объединить одной пропорциональной связью все элементы, образующие внутреннее пространство, так, чтобы вся создающая это пространство размерная структура была едина и чтобы все частное в ней было подчинено ядру — прямоугольнику или квадрату, начерченному в центре и изображающему на земле проекцию арок, которые несут световой барабан и купол. В древних текстах этот чертеж ядра на земле, очерчивающий четыре центральных столба снаружи и пространство внутри столбов — подкупольный прямоугольник, именуется *μεσομφαλου*, что значит "средоточие", "средопупие". Торжественность интерьера, его величие, его гармоничность определяются в первую очередь тем, какое место занимают в пространстве интерьера центральные столбы, где в отношении стен молитвенного зала они

стоят, какая часть пространства очерчена взлетом подпружных арок, какая часть его раскрыта вверх световым кольцом.

Ядро, нанесенное на план в виде восьми пересекающихся линий, — ключ к размерной структуре постройки, ключ к образу внутреннего пространства. Проникнемся этой мыслью: она продиктовала византийский канон, руководствуясь которым мастер определял соразмерности плана и высотные размеры интерьера.

Византийский канон построения формы можно представить себе следующим образом.

А. Отсчет размеров и точка начала.

Еще до начала строительства выбирается место и оговариваются общие размеры храма: его ширина, долгота и высота. В том же патерике читаем: "Христолюбец Володимер взем меру божественныя тоя церкви Печерьскыя, всем подобием созда церковь в городе Ростове — в ширину, в высоту и в долготу" [36, с. 194].

Начало строительства — определение центра постройки. Первый забитый в землю колышек обозначает точку центра — точку пересечения осей среднего нефа и трансепта, над которой при завершении строительства будет установлен символический крест. В утро закладки храма через этот колышек в направлении встающего солнца будет пробита ось "запад—восток" и под прямым к ней углом – ось "север—юг". На земле образуется крест, ветви которого разбивочные оси; отсюда, из перекрестия, вдоль ветвей креста ведется отсчет размеров. Историк V в. Прокопий так описал закладку храма Двенадцати апостолов в Константинополе: "В Византии с древних времен стояла церковь, посвященная всем апостолам, но со временем она обветшала и грозила скорым разрушением. Юстиниан велел разобрать церковь до основания, ибо стремился не только восстановить ее, но сделать грандиознее и величественнее. Были проведены две линии, соединенные крестом посредине: одна вертикальная на восток и запад (т.е. из центра. – *И.Ш.*), другая горизонтальная в северном и южном направлениях . . . Части горизонтальных линий в обе стороны равны. А из вертикальных западная часть удлинена настолько, что образует форму креста" [64, с. 118–119].

П. Раппопорт подтверждает косвенно эту гипотезу в отношении древнерусских построек. Он свидетельствует, что алтари древнерусских церквей обращены не точно к востоку, а именно на восходящее солнце в день закладки храма, что проверялось на ряде памятников, закладка которых датирована.

Б. Исходным размером, определяющим последующие размеры, служит обычно ширина храма, отсчитанная на север и юг из центра. Примерно обозначается и длина, оговоренная рядною записью. Этот последний размер выдерживается лишь приблизительно, поскольку организация внутреннего пространства при установлении соответствия всех размеров требует его уточнения.

В. Из ширины, которая в храмах византийского корня определяется по внутренним стенам, определяется размер ядра. Тем самым ширина храма делится на средний и боковые нефы, между которыми устанавливается пропорциональное соответствие.

Г. Определяются размеры столбов и этим заканчивается чертеж ядра — *μεσομφαλου*.

Д. Все остальные размеры внутреннего пространства и в плане, и в высоту, включая высоту барабана и купола, уже заключены в ядре: они буквально повторяют размеры ядра или же определяются из него переводом из меры в меру.

Е. Полная высота четверика — основного объема производна из его ширины, которой и является исходная ширина храма.

Церкви, осуществленные мерами византийского происхождения

Перейдем к конкретным постройкам. Условимся в тексте и на рисунках все величины обозначать в локтях. В тех же случаях, когда отсчет необходимо выразить в саженях, к цифре прибавляется слово "сажень" (10М означает 10 мерных локтей и т.п.). Рядом с древними мерами показывается соответствующий размер в сантиметрах и в скобках – обмерная величина также в сантиметрах.

5.23. Великая Печерская церковь в Киеве осуществлена парною мерой $\frac{М}{Ф}=\frac{2}{\sqrt{5}}=0{,}894$.

М сажень = 192 см, М локоть = 48 см; Ф сажень = 214,8 см, Ф локоть = 53,7 см.

Исходный размер – ширина храма по внутренним стенам 20 Ф. Разделив его в отношении М:Ф на пропорциональные части одинаковым счетом (промер ведется от центра до наружной стены, на оси) $10\frac{3}{6}$М и $10\frac{3}{6}$Ф, одним этим действием мастер нашел ядро храма и разделил храм на нефы. Размер ядра $10\frac{3}{6}Ф2 = 21Ф$. А поскольку размерная структура определяется ядром, остается установить размеры столбов, чтобы иметь все размеры храма.

Проведенная из центра построения полуокружность радиусом 20 Ф определила границы внутреннего пространства с юга, севера и востока. Окружность радиусом $10\frac{3}{6}$Ф определила внешние размеры ядра. Отложив внутрь, к центру, по $2\frac{3}{6}$Ф, получаем подкупольный квадрат. Возникла такая картина взаимосвязей:

$$\frac{\text{ширина южного нефа}}{\text{ширина ядра}}=\frac{10\frac{3}{6}М}{21Ф}=\frac{504\ см}{1127\ см}=\frac{1}{\sqrt{5}}\quad\frac{(522\ см)}{(1124\ см)};$$

$$\frac{\text{ширина северного нефа}}{\text{ширина ядра}}=\frac{10\frac{3}{6}М}{21Ф}=\frac{504\ см}{1127\ см}=\frac{1}{\sqrt{5}}\quad\frac{(513\ см)}{(1124\ см)};$$

$$\frac{\text{ширина западной травеи}}{\text{ширина ядра}}=\frac{10\frac{3}{6}М}{21Ф}=\frac{504\ см}{1127\ см}=\frac{1}{\sqrt{5}}\quad\frac{(501\ см)}{(1124\ см)};$$

$$\frac{\text{ширина ядра}}{\text{ширина храма}}=\frac{21Ф}{40Ф}=\frac{1127\ см}{2148\ см}=\frac{2}{2+\sqrt{5}}\quad\frac{(1124\ см)}{(2162\ см)}.$$

Наибольшее отклонение от расчетного равно 14 см, т.е. 0,006 измеренной величины. Она приходится на ширину храма – начальный размер построения. Ошибка в исходной величине становится понятной, если допустить, что она появилась не при начальной разметке плана, а уже после отрывки рвов, при осуществлении фундамента. Это тем вероятнее, что промеры ширины храма между собою не совпадают и промер по алтарной стене практически совпадает с расчетным.

Расстояние от центра до западной стены молитвенного зала, измеренное мерной саженью $20Ф = 22\frac{2}{6}М$ = 1072 см (1064 см), определило расстояние до восточной стены в $22\frac{2}{6}$Ф:

$$22\frac{2}{6}Ф = 1199\ см\ (1192\ см).$$

Следствием первого действия явилось то, что ширина западной травеи связана с полуядром, как М:Ф:

$$\frac{10\frac{3}{6}М}{10\frac{3}{6}Ф}=\frac{504\ см}{564\ см}=\frac{2}{\sqrt{5}}\quad\frac{(501\ см)}{(562\ см)},$$

а следствием второго – то, что полуядро связано с восточною травеей тою же связью: М:Ф. Измеренное М саженями полуядро $10\frac{3}{6}Ф=11\frac{4{,}5}{6}М$ = 564 см (562 см) согласовано с восточной травеей счетов сажней Ф:

$$11\frac{4{,}5}{6}Ф = 631\ см\ (630\ см).$$

Прибавленный с запада нартекс равен полуядру:

$$10\frac{3}{6}Ф = 564\ см\ (554\ см),$$

а в целом восточная ветвь креста согласована с западной ветвью, как М:Ф:

$$\frac{32\frac{2}{6}М}{32\frac{2}{6}Ф}=\frac{1552\ см}{1734\ см}\quad\frac{(1562\ см)}{(1748\ см)}.$$

Расстояние от ядра до восточной стены, включая алтарную абсиду, и размер ядра связаны, как М:Ф. Ширина ядра 21Ф, расстояние до восточной стены от ядра – 21М = 1008 см (1000 см).

Если очертание плана Печерской церкви легко прослеживается в натуре, то не все высотные ее размеры ясны: в момент освобождения Киева от фашистской оккупации церковь лежала в руинах. Сохранился целиком лишь один столб, позволяющий определить отметки пят арок, перекрывающих центральный и боковой нефы; завершения столба и начала кладки перекрытия здесь обозначены (как и в других храмах Киева XII в.) тонкими шиферными плитами-карнизами. Существует также поздний карниз, отвечающий уровню древних хор. Таким образом, из пяти главных высотных размеров, необходимых для реконструкции размерной структуры памятника, недостает двух: отметки светового кольца и отметки замка купола. Известны же отметки шиферных плит, которыми определены:

высота среднего нефа 30М = 1440 см (1441 см);
высота бокового нефа 24М = 1152 см (1148 см);
высота хор 18М = 864 см (860 см)

Так как сохранившиеся части имеют по высоте размеры, точно укладывающиеся в метрологию, полученную при исследовании плана, можно уверенно восстановить отметку светового кольца и замка купола, поскольку сохранились все размеры ядра как в плане, так и по высоте (все три карниза центральных столбов) и есть прекрасная аналогия – Успенский Елецкий храм, построенный тою же мерой – саженью М = 192 см и схожим приемом.

На всех постройках, которые мы здесь рассматриваем, высота четверика либо равна его ширине, либо связана с ней отношением мер. Меры Успенской Печерской церкви мы установили. Высота, необходимая для перекрытия пространства среднего нефа, связана с перекрываемым пространством. Здесь нужно удовлетворить двум условиям: увязать отношением мер высоту перекрытия среднего нефа с пролетом среднего нефа и одновременно получить световое кольцо на расстоянии от пола, связанном отношением мер с шириною храма по внутренним стенам.

Принимаем высоту от верха столбов до светового кольца в $10\frac{3}{6}$М.

Тем самым она поставлена в связь с шириною ядра, как $М:2Ф = 1:\sqrt{5}$. Тогда расстояние от пола до светового кольца оказывается сопряженным с шириной храма по внутренним стенам отношением мер, как М:Ф, причем с большей точностью с обмерным размером (+0,005), чем с расчетным:

$$\frac{\text{от пола до светового кольца}}{\text{ширина (обмер по внутренним стенам)}}=\frac{1944\ см}{2162\ см}=0{,}899\ (+0{,}005).$$

Высоту купола от светового кольца до замка примем по аналогии с Елецкой церковью равной размеру ядра 21Ф.

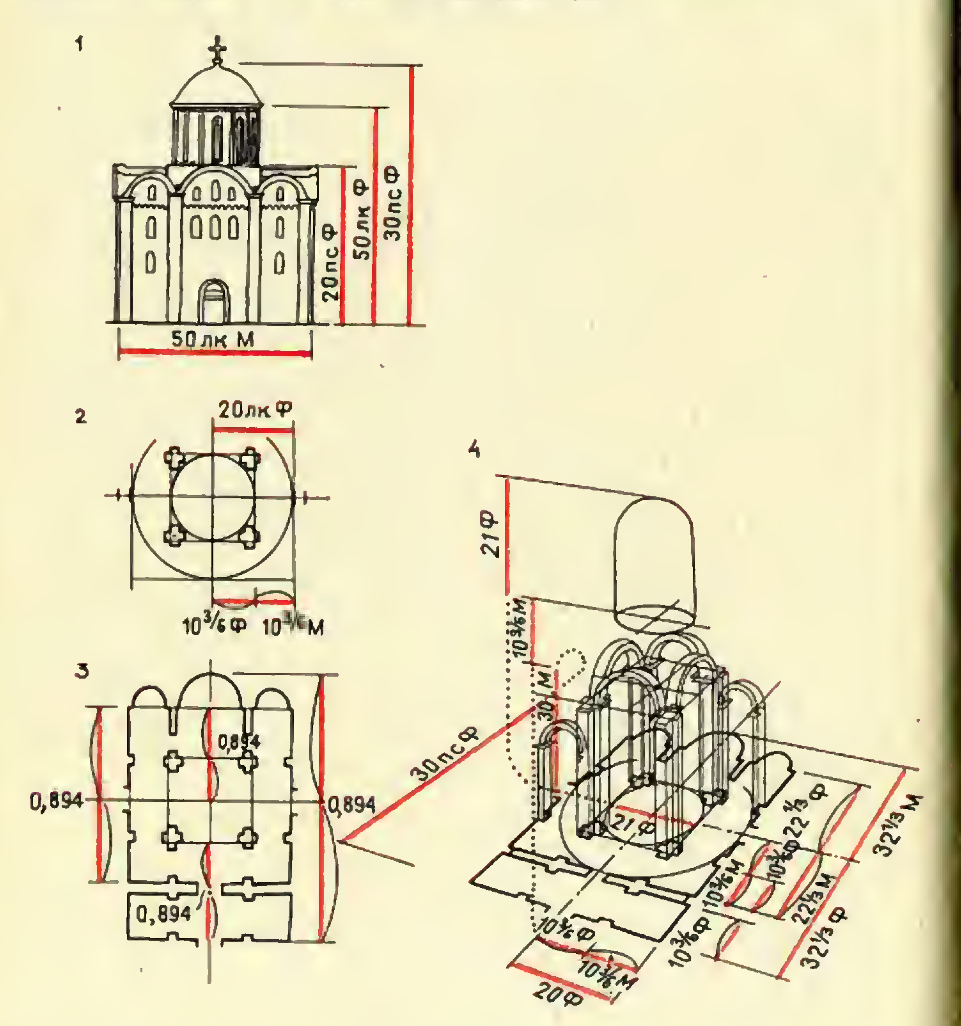
Реконструированный объем (рис. 144) подтверждается списками Киево-Печерского патерика, где, как уже говорилось, названы размеры

144. Великая Печерская церковь в Киеве, XI в. Парная мера

$$\frac{M}{\Phi} = \frac{2}{\sqrt{5}} = 0{,}894.$$

Размеры отсчитаны по осям от центра построения. Пунктирами или скобами объединяются части, сопоставляемые как соразмерности. Меры либо надписаны, либо выражены пропорциональным числом. Исходный размер — ширина храма по внутренним стенам задана мерой 20Ф локтей

1 — фасад; *2,3* — последовательное начертание плана; *4* — внутреннее пространство



Печерской церкви — "20 вшире, 30 вдолже, в высоту стены с верхом 50": ширина храма по внутренним стенам 20 Ф полусажееней; высота с верхом (включая стену барабана) 50Ф локтей; длина, как уже отмечалось, выдержана лишь приблизительно и равна 30,8Ф полусаженей.

Указанные меры прослеживаются и в других размерах постройки: ширина подкупольного прямоугольника равна 18 М = 864 см (864 см); толщина стен и столбов $2\frac{1}{2}$ Ф = 134 см (129–134 см); толщина столбов с раскреповками = 1 сажень М = = 192 см (185–192 см). Полученные при разборке руин лекальная плинфа полуколонок алтаря имеет ширину пол-локтя М = 24 см (24 см), а длину 4 ладони Ф = 36 см (37 см), рядовая плинфа — в ширину пол-локтя Ф = 27 см (28 см), а в длину 4 ладони Ф = 36 см (36 см – 37 см).

5.24. Прекрасная сохранность первоначальных форм Успенской Елецкой церкви в Чернигове, строгая геометрическая их правильность, совпадение конструктивных и архитектурных членений, присутствие шиферных плит, обозначающих границы между конструктивными частями постройки по вертикали, — все это вместе делает эту церковь ценнейшим объектом исследования строительной метрологии. Меры Елецкой церкви — мерная и простая сажени. Парная мера П:М=1:$(\sqrt{5}-1)$ = = 0,809. Мерная сажень в 192 см, служившая в Печерской церкви меньшей мерой, становится большей мерой Елецкой церкви.

М сажень 192 см, локоть 48 см.
П сажень 155,3 см, локоть 38,8 см.

Характерной особенностью размерной структуры этого храма является то, что внешние соразмерности форм отчетливо обнаруживают черту геометрического подобия друг другу и целому: наружные размеры не только связаны с внутренними, но имеют свою самостоятельную тему. Соразмерности внешних объемов определены отношением П:М = 0,809. Что касается внутреннего пространства, то оно построено при строгом соблюдении всех византийских канонов. Здесь господствует прием удвоения меры, связь М:2П = 0,618. Живопись в интерьере отсутствует и внутреннее пространство — скульптурно.

Рассмотрим сперва построение плана. Начало размерам внутреннего пространства дает ширина храма по внутренним стенам, но сама эта ширина получена из ширины по наружным стенам: внимание к экстерьеру в этой постройке выдвигается на первое место. Мы уже заметили и по библейским текстам, и по Печерской церкви, что ширина в 20 мер — типична. Ширина Печерской церкви по внешним стенам — 20 полусаженей М = 1920 см (1916 см). За вычетом толщины двух стен по 3М = 144 см (140–147 см) ширина храма по внутренним стенам 17М полусаженей, и потому расстояние от центра до внутренней стены — 17М локтей определило размеры постройки.

Первое действие — измерение исходного размера простой саженью 17М = 21П — определило длину ядра 21М = 1008 см (1006 см), а из длины ядра на той же связи определилась ширина подкупольного прямоугольника. Ее задает отношение мер М:2П = 0,618. 21М = 13П2 и ширина подкупольного пространства = 13М= = 624 см (622 см). Установив ширину подкупольного пространства, мы тем самым разделяем храм на средний и боковые нефы. (То же самое можно получить, внеся в ядро толщину столбов, равную 1П сажени = = 155,3 см (156 – 162 см), но с меньшей точностью. Средний и боковые нефы связаны, как П:М. Боковой неф включает здесь столбы, потому что это — пониженное пространство, а среднему нефу, раскрытому вверх, отвечает ширина подкупольного прямоугольника.

Ширина бокового нефа 13П = = 504,5 см (497 и 502 см).

Итак, построив ядро, так же как это имело место в Печерской церкви, остается, пользуясь его размерами, завершить очертание плана и определить все высоты. Размеры молитвенного зала в направлении запад–восток отсчитываются от центра

145. Успенская Елецкая церковь в Чернигове, конец XI – начало XII в. Парная мера

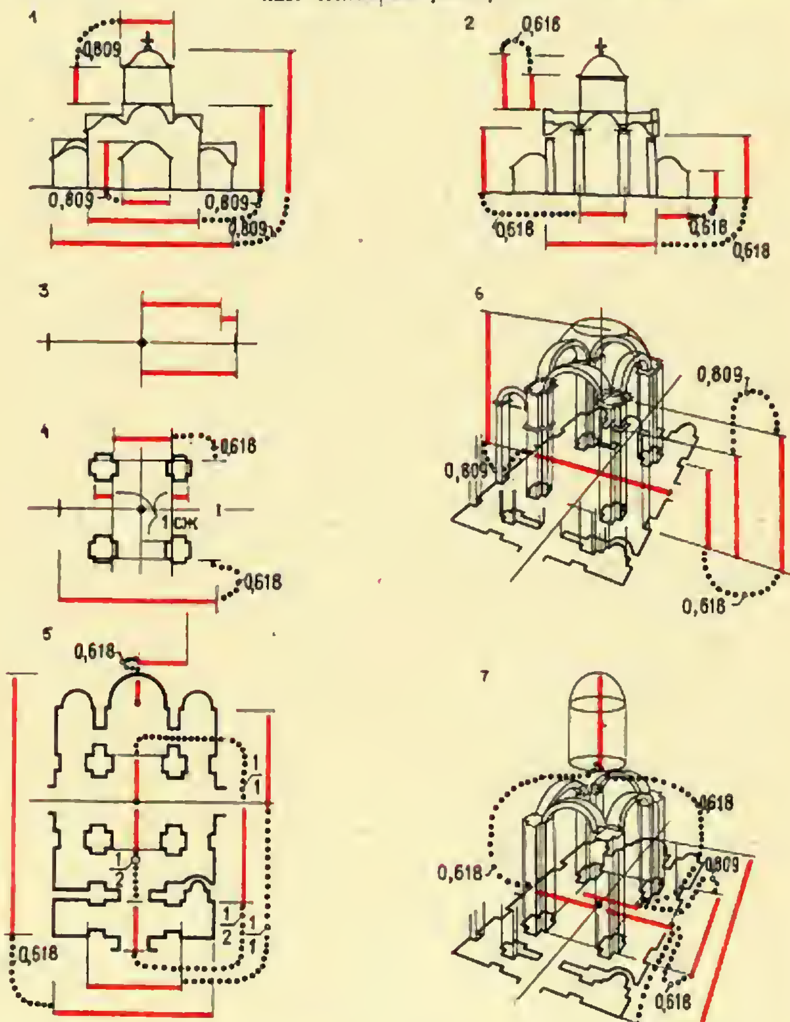
$$\frac{П}{М} = \frac{1}{\sqrt{5}-1} = 0{,}809.$$

Сравнение саженей с полусаженями позволяет мастеру при организации внутреннего пространства превратить связь П:М ≈ 0,809 в связь М:2П ≈ 0,618, т.е. в золотое сечение. ~~Исходный~~ размер построения: на запад – длина ядра 21М = 1008 см (1006 см), на восток – ширина ядра 13М + 2П = 6П саженей = 932 см (937 см).

Прибавленная с запада ширина нартекса – половина длины ядра 13П = = 504,5 см (507 см). Протяженность храма по внутренним стенам по оси "запад–восток" равна 17П саженям – 2640 см (2657 см).

ширина храма по наружным стенам 20 М локтей

1,2 – главный фасад; *3 – 5* – построение очертания плана; *6,7* – построение внутреннего пространства



Замечательную картину представляет собою согласование размеров кривых в плане Елецкой церкви. Полуколонки фасадов и абсиды храма (абсида крещальни, боковые и средние) вкладываются одна в другую подобно матрешкам, так что внутренний размер большего элемента становится внешним размером меньшего. Как внешние, так и внутренние радиусы установлены кратно локтями М и П. Так же метрологичны и раскреповки: раскреповки столбов – П локоть = 38,8 см (37 – 39 см), ширина средних лопаток фасадов 3М = 144 см (140–150 см), ширина угловых лопаток 3П = = 116,5 см (117–121 см).

Рассмотрим теперь, как из чертежа плана возникло внутреннее пространство.

Начало отсчета размеров по вертикали дает обрез фундамента. Он лежит в уровне древней световой поверхности, ему соответствует уровень древнего пола. Толщина фундамента равна толщине стен храма, фундамент так же точно раскрепован под лопатками, как и стена. Поэтому, осуществив фундамент, зодчий имел уже в натуре реальные размеры основания храма, с которыми мог согласовать размеры высот и получить нужные соразмерности и пропорции.

Так же как ясно фиксировано начало отсчета, фиксированы и точки измерения вверху. Измерялись расстояния до шиферных тонких плит (толщиной 5–7 см), которые выступают из кладки стены. Такой карниз завершил кладку первого яруса (уровень пола хор), высоту бокового нефа (уложен в раскреповках столбов под пятами арок), высоту стен храма в месте начала кладки позакомарного перекрытия (пяты арок среднего нефа). На фасаде точно в уровне нижней отметки этих шиферных плит начата кладка аркатурного пояса. И, наконец, кольцо шиферных плит отделяет от сводов и перекрытий четверика кладку стены барабана.

На фасаде к этим отметкам добавляются верх закомары (совпадает с отметкой светового кольца) и верхние линии капителей, завершающих полуколонки и лопатки фасадов.

Принцип, лежащий в основе разметки плана, – среднепропорциональные отношения. Он логично продолжен при установлении высотных размеров, соединяя все в одно завершенное сводом купола и устремленное вверх пространство. В плане ширина храма заняла среднее положение между его длиной и длиной ядра:

$$\frac{\text{длина ядра}}{\text{ширина храма}} = \frac{\text{ширина храма}}{\text{длина храма}} = \frac{М}{2П} = 0{,}618.$$

Эта связь продолжена в высоту. Высота от светового кольца до замка купола принята равной длине ядра 21М = 1008 см (1006 см). Поэтому для зрителя, вступившего в пространство ядра, глубина купола также оказывается средним между шириной среднего нефа и шириной храма:

$$\frac{\text{ширина среднего нефа}}{\text{высота купола}} = \frac{\text{высота купола}}{\text{ширина храма}} = \frac{М}{2П} = 0{,}618.$$

Так же точно согласована высота хор с высотою стены. Высота стены 23М – 1104 см (1100 см) в простых саженях равна $14\frac{1,5}{6}$ 2, и потому высота хор равна $14\frac{1,5}{6}$ М = 684 см (680 см):

$$\frac{\text{высота хор}}{\text{высота стены}} = \frac{М}{2П} = 0{,}618.$$

И так же, как отношением П:М согласованы ширина среднего и бокового нефов, согласованы эти нефы

по высоте. Карнизы центральных столбов лежат на высоте от пола 23М = 1104 см (1100 см), а карнизы в боковых нефах на высоте 23П = = 893 см (895 см):

$$\frac{\text{ширина бокового нефа}}{\text{ширина среднего нефа}} = \frac{\text{высота бокового нефа}}{\text{высота среднего нефа}} = \frac{П}{М} = 0{,}809.$$

Рис. 70,*1*,*2* показывает, что отношением П.М установлены соразмерности внешних форм храма. И общая высота от пола до светового кольца здесь связана также связью П:М с шириной храма, но взятой по внешним стенам. Она равна 20 полусаженям простым при ширине храма по внешним стенам в 20 полусаженей мерных.

Таким образом, уже в Елецкой церкви отчетливо возникает тенденция прежде всего видеть объем, устанавливать соразмерность четверика по внешним размерам. Тенденция эта все с большей и большей силой скажется в храмах древнего Новгорода.

5.25. Церковь Рождества Богородицы в Перыни построена мерами Елецкой церкви. Парная мера П:М = = 1:($\sqrt{5}$–1) = 0,809. М сажень 192 см, локоть 48 см; П сажень 155,3 см, локоть 38,8 см.

Размерная структура этого храма, небольшого, стройного, исключительного своим композиционным и образным строем в архитектуре древнего Новгорода рубежа XII и XIII вв., особенно интересна.

В Перынской церкви под Новгородом не только точно воспроизведены меры Елецкой, но и буквально повторены главные размеры. Мастер, строивший этот храм, был детально знаком с приемом, которым пользовался строитель Елецкой церкви, и не по внешним его приметам. Он хорошо знал то, чего извне увидеть нельзя, что мог знать сам строитель Елецкой церкви или его ученик.

Разрыв в датировке этих двух построек не должен, по-видимому, уходить за предел одного-двух поколений.

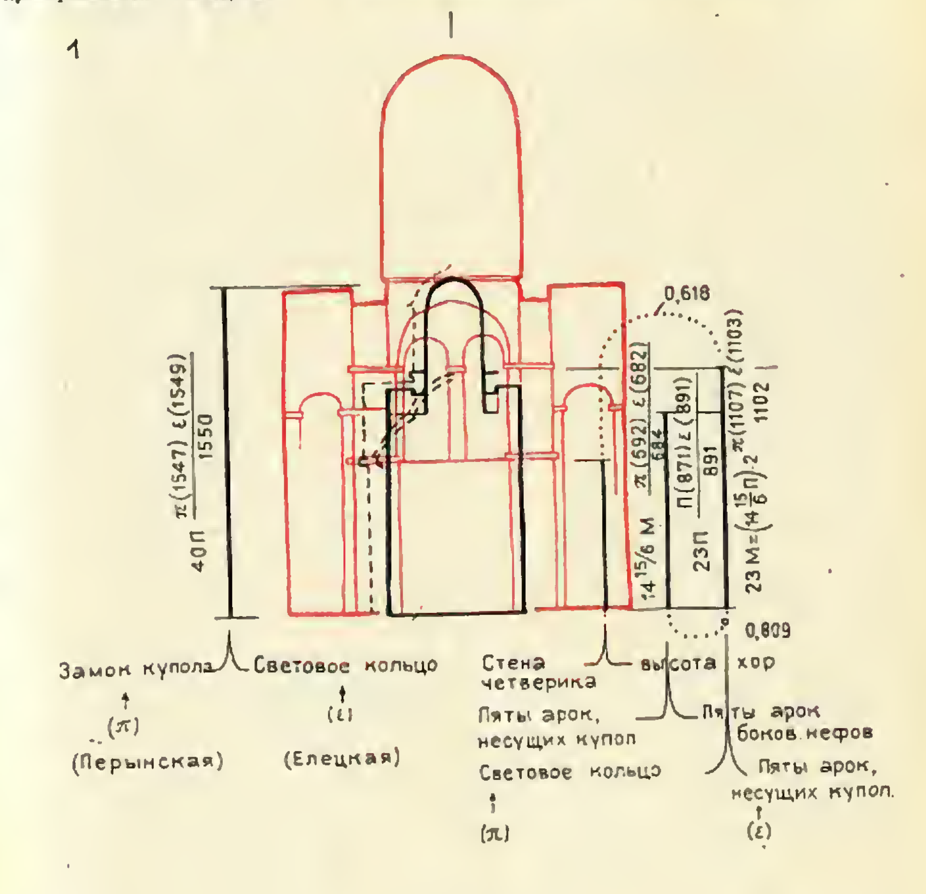
Случаи буквального или близкого воспроизведения в одной постройке другой – явление в русской архитектуре распространенное; но в данном случае мы сталкиваемся не с повторением форм и копированием размеров, а с аналогией метода, приложенного к созданию совершенно иного образа, не похожего на прототип, и в творческом плане это явление несомненно интересно.

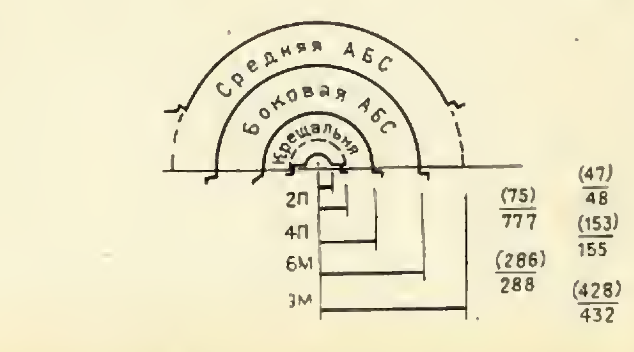
Ранее мы отметили изящную особенность манеры строителя Елецкой церкви. Он доводит принцип подобия до абсолюта, не только делает весь храм, включая притворы и барабан с куполом, подобным отдельно взятым четверику, притвору и барабану, но и вкладывает все кривые плана друг в друга. Внутреннее пространство Перынской церкви можно вложить, как матрешку в матрешку, в пространство, заключенное между столбами Елецкой церкви (рис. 146,*2*).

Ширина подкупольного прямоугольника Елецкой церкви – ширина ее среднего нефа (13М) стала шириной внутреннего пространства Перынской; высота от пола до светового кольца Елецкой церкви (10П саженей) – высотой от пола до замка купола Перынской; высота столба среднего нефа Елецкой церкви (23М) – высотой от пола до светового кольца Перынской; высота столба бокового нефа Елецкой церкви (23П) – высотою столба среднего нефа Перынской; высота хор Елецкой церкви (14М) – высотою стены до начала покрытия закомарами Перынской.

Кроме того, исходный размер построения Елецкой церкви – половина ширины церкви по внешним стенам (20М) – определил собою начальный размер построения Перынского храма (20П) – его ширину по внешним стенам.

146. 1 – совмещенный чертеж внутреннего пространства церкви Рождества в Перыни (черные линии) с внутренним межстолпным пространством Елецкой церкви (красные линии). Видно тождество мер и единиц отсчета; *2* – прием вложения формы в форму, примененный зодчим в Елецкой церкви: все кривые участки ее стен (абсиды и крещальня) вкладываются одна в другую, как матрешки





Размеры Перынской церкви устанавливаются следующим образом. Ширина по внешним стенам 20П = = 776 см (780 см), толщина стен 2П = 78 см (80 см). Следовательно, внутреннее пространство в плане определяет размер 2П сажени, отложенный из центра построения по четырем ветвям креста.

Отмерив внутрь от стен (южной и северной) по М сажени = 192 см (188 см), т.е. установив с размером, задавшим внутреннее пространство, отношение золотого сечения (М:2П= = 0,618), находим ширину подкупольного прямоугольника. Ширина нефов при этом соединилась связью П:М. Ширина среднего нефа 5М = = 240 см (245 см). Ширина боковых нефов 5П = 194 см (188 см). Длина ядра 10М = 480 см (480 см), т.е. из центра на восток и запад отсчитано по 5М.

Построение ядра, как обычно, завершило поиск всех нужных размеров. Окружность радиусом 2П сажени описала столбы. Окружность радиусом 10П определила наружные стены. Высота внутреннего пространства 40П = 1553 см (1547 см) есть удвоенная ширина храма 20П = = 777 см (780 см).

Ядро определило и барабан, завершающий композицию. Последний рассчитан как внешний объем. Высота барабана вместе с главой равна длине ядра 10М = 480 см (480 см), а ширина барабана 10П = 388 см (386 см).

Внутреннее пространство барабана обнаруживает такие связи. Диаметру барабана $6\frac{5}{6}$П= 252 см (253 см) соответствует его высота до центра кружала свода $6\frac{3}{6}$М=312 см (319 см).

Ширина храма по внутренним стенам и высота от пола до светового кольца связаны, как М:2П = 0,618. Это соответствению 13М = 624 см (620 см) и 26П = 1008,8 см (1019 см).

Новгородская мера и новгородские храмы конца XII в.

5.26. Ключом к пониманию композиции и метрологии крестовокупольного храма оказалась связь между шириной храма – начальным размером и ядром. Ядро определило всю внутреннюю структуру, а ширина – объем четверика. Так же закономерно, как скорлупа и ядро ореха, соединяется интерьер с экстерьером. Мы изучили эту связь на трех архитектурных объектах, реконструировав по новгородскому образцу византийскую мерную трость. Круг построек, охваченный этим эталоном, вне сомнения, будет расширен за счет объектов киевского зодчества, связанных с византийскими мастерами или их прямыми последователями.

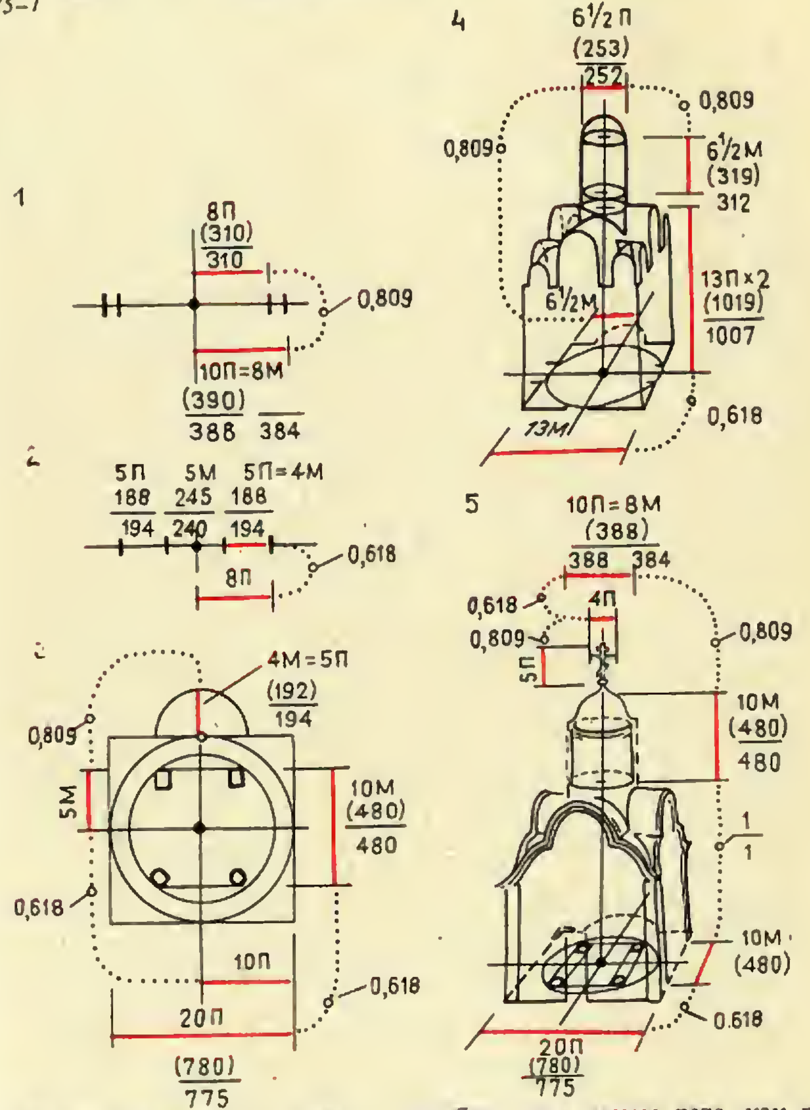
Вторую группу построек образуют новгородские храмы конца XII в., возведенные с помощью мерной трости, обломок которой найден в 1970 г. в культурном слое начала XIII в. Эта группа храмов создана русскими мастерами в традиции, когда мастер основное внимание уделял организации внешних объемов – соразмерностей, которая прослеживается еще в Успенской Елецкой церкви.

Соразмерность и пропорция – недвусмысленны и конкретны. Они, если понять их со всей глубиной, не подлежат произвольному толкованию. Отношение, например, ширины храма к его длине и к высоте от пола до светового кольца или до верха четверика, если речь идет об экстерьере (отметки эти часто очень близки или же совпадают), всегда объективно выражает соразмерность постройки. То же можно сказать о связи ширины и длины ядра или подкупольного пространства между собой и высотой купола, с шириной храма по внутренним стенам. Эти отношения оцениваются зрением и создают образ. Мы понимаем, что с

147. Церковь Рождества Перынского скита, начало XIII в. (?). Парная мера $\frac{П}{М} = \frac{1}{\sqrt{5}-1} = 0{,}809.$

Исходный размер – ширина храма по внешним стенам – 20 П локтей. Использован прием удвоения меры М:2П = 0,618

1–3 – последовательность начертания плана; *4* – внутреннее пространство; *5* – экстерьер



чем следует сравнивать, и знаем, где следует вести измерения высоты и в плане (главные оси), и можем всегда получить результат если не точный, то объективный в своей основе. Что же касается отдельных ошибок, то в таком деле, как реконструкция логики древних мастеров, они естественны, если не носят принципиального характера.

Если реконструкция закономерности, заложенной в формы, при вни-

мательном и глубоком подходе однозначна и строга, то реконструкция меры уже требует для получения надежного результата подхода разностороннего. Одной только формы, самого объекта здесь недостаточно. Можно встретить много размеров, поддающихся разному толкованию. Например, размер 10,8 м – половина ширины Печерской церкви по внутренним стенам, исходный размер построения плана. Этот размер можно посчитать за 5 саженей по 216 см (1080 см), или 6 саженей по 180 см (1080 см), или за 7 саженей по 154,3 см, или за 8 саженей по 135 см. А если считать в полусаженях или локтях, число мер будет расти. И все эти сажени действительно по разным спискам где-то когда-то существовали.

Вот поэтому, исследуя размерную структуру, прежде всего мы ищем закономерность, которой подчинялись бы реально сопоставляемые, определяющие конструктивную форму части, и только после этого выразившую их меру.

Гипотеза интересна, если с ее помощью обнаруживается традиция соединять в принципе одни и те же части построек одного конструктивного типа. Если же при этом закономерность, которую продиктовало сооружение, оказывается закреплена в инструменте архитектора, который принадлежит этой эпохе и точно этому месту, – она перестает быть гипотезой. Остается проверить инструмент, приложив его к реальным постройкам. Положительный результат превращает гипотезу в исторический факт.

Исследуя в 1966 г. новгородские храмы XII в., мне пришлось убедиться, что церкви Рождества Перынского скита, Петра и Павла на Синичьей горе и Спаса Нередицы раскрываются строго логично на связи 1:(√5–1), т.е. построены парною мерою 0,809. Эти меры были тогда определены как мерная сажень и парный шаг, но не вполне точно. Для церкви Рождества Перынского скита – как 154,5 см и 195 см, для церквей Петра и Павла и Спаса Нередицы – как 146 и 180–182 см. Находка новгородской трости потребовала проверки. Она указала точные размеры мер, приложив которые удалось значительно глубже понять логику мастера, избавиться от отдельных неточностей. Результат сравнения данных обмера и натуры стал выше по степени точности.

Новгородская мерная трость найдена в культурном слое начала XIII в. По-видимому, это инструмент зодчего второй половины XII в., ибо церкви, ею размеренные, датированы летописью 1185 г. (церковь Петра и Павла на Синичьей горе) и 1198 г. (церковь Спаса на Нередице).

5.27. Церковь Петра и Павла на Синичьей горе осуществлена парной мерой Т:М = 1:(√5–1) = 0,809. М сажень 175,6 см, локоть 43,9 см; Т сажень 142,4 см, локоть 35,6 см.

Исходный размер построения – ширина по наружным стенам 30М = = 1317 см (1315 см). Толщина стен 3Т = 107 см (103 см). Ширина храма по внутренним стенам, из которой устанавливается размер ядра, равна 30М – 3Т = 31Т = 1104 см (1103 см). Ширина ядра связана отношением золотого сечения с шириной храма М:2Т = 0,618 и потому равна $15\frac{3}{6}$ М = 680 см (681 см) (рис. 148).

Затем происходит нарушение главной смысловой связи. Дальнейшее построение проистекает не из размера ядра (и это единственный случай среди изученных построек), а берется вне связи с шириной храма. Задумав и осуществив диаметр барабана в 4Т сажени = 570 см (580 см), мастер при разбивке плана начертил круг радиусом 2Т сажени = =285 см, которым контролирует центричную постановку столбов. К этому же размеру приравнена ширина западной травеи 2Т сажени= 285 см (279 см), а диаметру барабана равно расстояние от центра храма до центра построения алтарной кривой. 4Т сажени = 570 см (567 см).

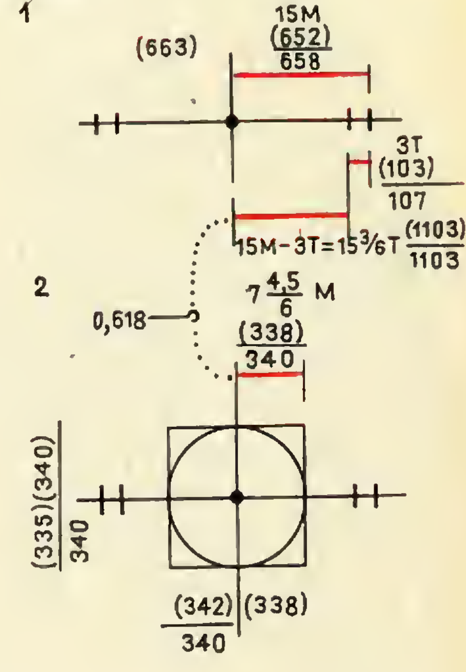
Восточная травея и толщина западной стены назначены в М сажень =

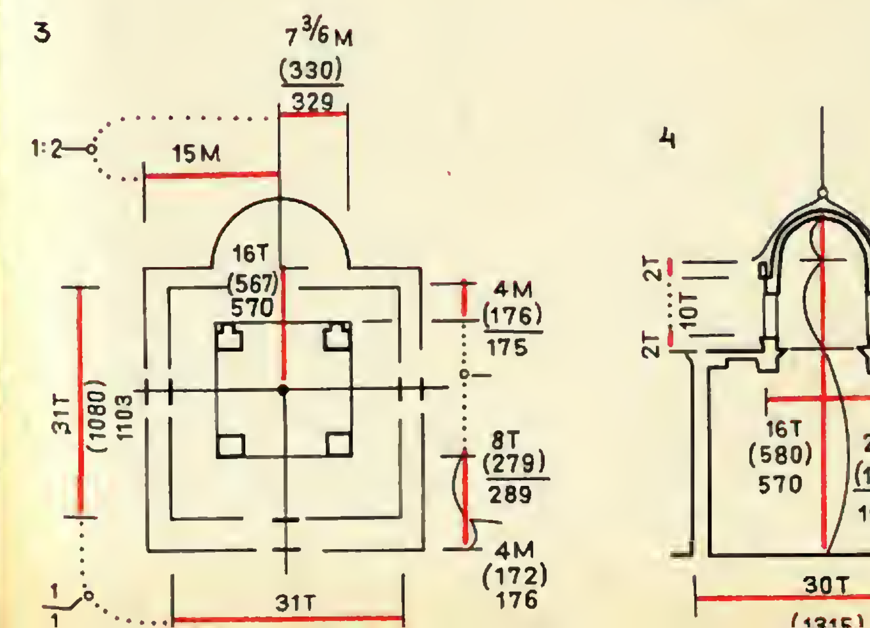
148. Церковь Петра и Павла на Синичьей горе, конец XII в. Парная мера

$$\frac{T}{M} = \frac{1}{\sqrt{5}-1} = 0{,}809.$$

Исходный размер – ширина по наружным стенам 30 М локтей

1–4 – последовательное начертание плана; 5 – внутреннее пространство





=175,6 см (соответственно 176 и 172 см).

Таким образом, все размеры очень точно определены мерами, но внешний радиус средней абсиды равен одной четверти ширины храма, по внешним линиям стен 15М:2 = $7\frac{3}{6}$М = = 329 см (330 см).

Высотные размеры согласованы удвоением, а точнее – делением пополам и связью Т:М. Целый счет мер не нарушается. От пола до светового кольца 6М саженей = 1054 см (1050 см). От светового кольца до верха стены барабана 3Т сажени = = 427 см (430 см). От верха барабана до замка купола 1,5Т сажени = = 214 см (214 см). Высота конструктивной стены барабана от пояска над кровлей до аркатурного карниза 10Т.

Таким образом, мы наблюдаем, что формы определяются целочисленной мерой и что отсчет ведется по разбивочным осям. Размер в поллоктя возникает всего два раза вследствие деления исходного размера пополам. Мастер определяет преимущественно внешние размеры, объемы. Приемом он владеет, но без глубокого понимания его смысла. Диаметр барабана назначен мастером произвольно. И основание храма, и завершение его гармонично не соединены. Барабан воспринимается на широком постаменте четверика немонументальным и несколько случайным в размерах.

5.28. Церковь Спаса Нередицы осуществлена при помощи парной меры Т:М = 1:($\sqrt{5}$–1) = 0,809, Т сажень 142,4 см, локоть 35,6 см; М сажень 175,6 см, локоть 43,9 см.

Построенная 13 лет спустя и теми же точно мерами церковь Спаса Нередицы продолжает в своих формах заложенное в церкви Петра и Павла конструктивное понимание объема и формы. Но здесь несравненно больше последовательности, ясной, уверенной логики. Она уже не соединяет внутреннее и внешнее; высоты определяются в отношении к размерам плана, заданным по внешним линиям стен.

Здесь господствует прием целого и крупного счета саженями, удвоения и деления пополам, посредством которого строятся цепи золотого сечения. Логика мастера безупречна, эффект ясной гармонии и силы этой постройки превосходно читается при восприятии ее лаконичного богатырского образа.

Особенностью внутренней организации пространства Нередицкой церкви является отказ от квадратного ядра. Здесь создается зрительная перспектива, иллюзия, призванная подчеркнуть глубину. Восточные столбы не только более удалены от западных, чем северные от южных, но и сближены между собой, а западные расставлены шире, и в глубину западные столбы толще восточных.

Начальный размер дает ширина по внешним линиям стен (рис. 150). Он равен 8Т саженям. Отсюда возникли все размеры плана и все высотные размеры. 4Т сажени = 570 см, отсчитанные из центра на юг и север вдоль ветвей креста, определили ширину храма (565 см + 575 см). Из ширины храма производится ширина подкупольного прямоугольника, равная 2М саженям = 351 см (350 см). Они связаны отношением золотого сечения 2М:4Т = 0,618.

Ширина подкупольного прямоугольника 8М = 10Т = 356 см. Разницей 5 см можно пренебречь, чтобы вести в дальнейшем счет только в целых саженях и полусаженях. Размер в 10 локтей мастер использует трижды: 10Т – ширина подкупольного прямоугольника, т.е. ширина среднего нефа; 10М = 439 см – радиус окружности, которая описала столбы ядра; 10 локтей также определяют расстояние от ядра до наружных стен четверика. На запад по оси от ядра отсчитано 10М (от его внешней линии) и на восток – 10Т (от его внутренней линии) затем, чтобы сделать западную ветвь креста длиннее восточной.

Из центра внутрн окружности с радиусом 10М проведена вторая окружность радиусом 6М, чтобы было начерчено кольцо в 1М сажень. Это кольцо необходимо затем, чтобы, создавая зрительную перспективу и раздвигая и сдвигая столбы в этом кольце, не нарушить их центричного положения в отношении вертикальной оси барабана. Столбы стоят в нем так, что наружные и внутренние их углы расположены на окружностях, расстояние между западными столбами на М локоть = 43,9 см (47 см) больше расстояния между восточными, а расстояние между восточными столбами 9Т = 320 см (320 см) связано с расстоянием между северными или южными столбами 9М = 395 см (404 см), как Т:М. Толщина восточных столбов 3Т = 107 см (120 см), толщина западных столбов 3М = 132 см (128–132 см).

Так же последовательно завершено построение очертания плана. Линии стен четверика установлены промерами от ядра (см. выше). При этом расстояние от центра ядра до стены средней абсиды равно (по исходной величине в 4Т сажени) 4М саженям = = 702 см (700 см). От ядра до восточной стены 1Т сажень = 142,4 см (150 см). От ядра до западной стены 2Т сажени (280 см). Оба размера продиктованы шириною ядра, равной 2М, и создают с нею связь М:2Т, Т:М и Т:2М.

И с той же последовательностью установлены высотные размеры. Расстояние от пола до светового кольца равно ширине храма 8Т саженей = = 1139 см (1145 см). Диаметр барабана связан с шириною подкупольного квадрата, как 2Т:М = 0,618, и равен половине ширины храма 4Т саженям = 570 см (575 см). Высотные размеры барабана определены для внешних его размеров. Высота от

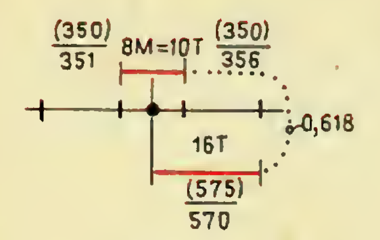


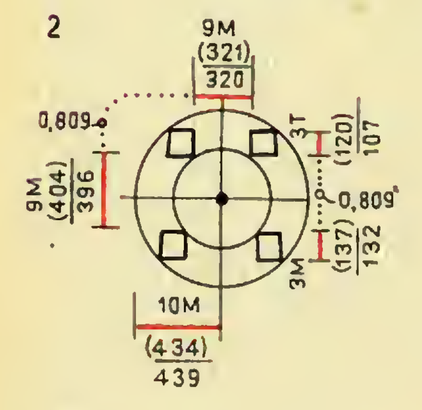
149. Церковь Спаса Нередицы, конец XII в. Вид с востока

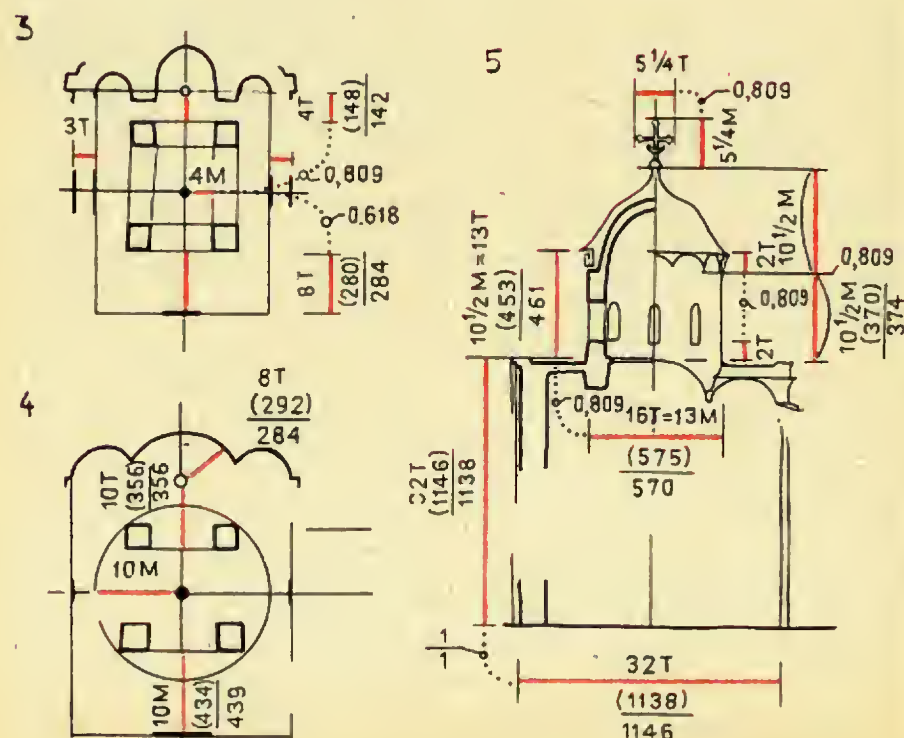
светового кольца до верха стены барабана (с карнизом) связана с наружным диаметром барабана, как Т:М. Диаметр барабана 13М = 570 см (580 см), высота его 13Т = 463 см (453 см). Высота конструктивной стены барабана связана с полной его высотой, как Т:М [$10\frac{3}{6}$ Т = 374 см (370 см) и $10\frac{3}{6}$ М = 461 см (453 см)].

Ясно и последовательно установленная структура Нередицкой церкви позволяет привести в соответствие с храмом размеры предполагаемого первоначального покрытия и креста, венчавшего храм. Рис. 150,5 показывает, как в кресте и главе может быть продолжена цепь соответствий, характерная всему завершению.

Итак, рассматривая киевские и новгородские храмы, мы могли наблюдать то устойчивое, что харак-







150. Церковь Спаса Нередицы. Парная мера

$$\frac{T}{M} = \frac{1}{\sqrt{5}-1} \approx 0{,}809.$$

Исходный размер – ширина храма по внешним линиям стен 8 Т саженей

1–4 – **последовательное начертание плана;** *5* – **соразмерности четверика, барабана и предполагаемые размеры первоначальной главы и креста**

терно приему парных мер при возведении крестовокупольного храма, и то, что изменилось в этом методе. Мы видели, что у новгородского мастера конца XII в. применение парной меры служило не только для установления связи, но и преимущественно для определения соразмерностей. Этот прием демонстрирует и Елецкая церковь – там это отношение мер П:М = 0,809. Новгородский мастер строит квадраты, кубы и заданные отношением мер прямоугольники, но здесь на первое место уже выступает простота языка – целостность меры. Основное деление новгородской трости – деление на локти оказывается достаточным. Сажень, деленная на четыре части, дает грубую палитру размеров, и новгородский мастер пренебрегает порой плавностью связей, предпочитая простоту мер, соединенных целыми числами счета, в саженях и локтях. Зодчий церкви Петра и Павла, не устанавливая связи четверика по ширине и барабана, назначает диаметр барабана в целое число мер. Привлекает возможность получать близкие друг другу размеры. Назначая высоту окна в 3М или 3Т локтей либо в М или Т сажень, он получает тонкую пюансную игру проемов, сообщая стене впечатление живости и совершенной свободы (107, 132, 142 и 176 см).

Сравнение расчетных и обмерных размеров, определяемых на разбивочных осях, показывает, что новгородский храм размечался не менее тщательно, чем киевские. В то же время выполнение формы здесь свободно и даже небрежно, геометрически неправильно в отличие, например, от Елецкой церкви. Вслед за точной разметкой на осевых линиях следовало весьма произвольное выполнение кладки.

Соединение точной разметки и небрежного исполнения составляет характерную черту русского зодчества. Показателен в этом смысле пример, который приводит в отчете об исследовании Нередицкой церкви П. Покрышкин. Он обнаружил древнее кружало – точную циркульную кривую, процарапанную на доске. Но отесано это кружало угловато, грубо. Скупые удары топора небрежно следуют вдоль прочерченной линии [39, с. 24].

5.29. Строительная традиция пользования парными мерами наследуется от мастера к мастеру. За скромным запасом канонических правил, которые можно усмотреть, изучая размерную структуру древнерусских построек, лежат сложные взаимоотношения образа, функции и конструкций. И эти отношения здесь совсем иные, чем в архитектуре Киева. Зодчим движет совершенно другое понимание пластики и ее связи с пейзажем. А мера никогда не довлеет, а только служит инструментом, помогающим выявить нужный образ.

Архитектурные формы сооружений классической Греции ассоциируются с человеческим телом; ассоциации эти тонки и не фиксируются сознанием, и в этом сила их эмоционального действия. Композиция крестовокупольного византийского храма строится на аналогичной ассоциации, но здесь аналогия тела человека и пространства храма чисто умозрительна. Она дает сильнейший импульс творческой фантазии мастера, но настроение, ею осуществленное, затрагивает совершенно иные пласты сознания и чувства.

Архитектура храмов Новгорода и Пскова содержит свой мир ассоциаций, который обращен, пожалуй, не только к человеку, к воину в шлеме и кольчуге, но и в значительной мере к образам природы.

Образ древнерусского храма этого времени компактен, кубичен. Белые стены прорезаны небольшими, редко и живописно разбросанными окнами. Храм выразительно замкнут в себе, но вместе с тем не

противостоит окружающему пейзажу. Его массы завершены округло, спокойно. Стены закончены полукружиями закомар, с востока замкнуты полукружиями абсид, крытых по сферическим сводам. Центральная часть храма, поднятая над кубом четверика, завершена полусферой.

Определенный весомо, конкретно, контрастно и сильно, но вместе с тем очерченный свободно и мягко, неправильностью линий близкий формам земли, он органически входит в окружающее пространство, принадлежит земле, не отделим от нее.

Не меньше, чем пластика, роднит и соединяет его с образами природы колористическое решение. Белые стены, свинцовое покрытие глав, железный, порой золотой, крест над куполом — они отражают смену красок природы. В непогоду стены храма суровы, темны, отчуждены, глава кажется черной. Под солнцем, горящим на стойке креста, купол слит с небом, стены светлы, и в контрасте с ними плотнее и глубже становятся краски земли.

Небольшое светлое пятно округло завершенного храма оживляет равнинный русский пейзаж, лишенный броских эффектов. Оно подобно белому облаку, отраженному вместе с берегом в глади воды, у которой храм нередко стоит.

В новгородской архитектуре, в Нередицкой церкви, воплощена система разметки, для которой деление мерной шкалы — локтя на 60 частей стало излишней сложностью. Эволюция образа, эволюция метода и связанная с этим эволюция мерной шкалы произошла.

Двойная парная мера (двойник новгородской трости) в построении центричной композиции

5.30. Тмутараканская и мерная сажени, образовавшие парную меру, сопряженную отношением $1:(\sqrt{5}-1) = 0{,}809$, дают богатую палитру соотношений, целую гамму соразмерностей от 0,191 до 1,0 — шесть различных возможностей, удвоенных комбинированием минора и мажора. Движение тождественного изменения и ритмов, основанных на подобии, здесь настолько богато и гибко, что, пользуясь лишь некоторыми из них, архитектор мог организовать все основные формы в одной постройке. Этот процесс мы наблюдали неоднократно.

Каков же в этом случае смысл присутствия на одной мерной трости не одной $1:(\sqrt{5}-1)$, а двух взаимосвязанных пар? Для чего тмутараканская сажень новгородской трости соединена одновременно еще и с саженью "косой новгородской", как 1 и $\sqrt{2}$?

Палитра размеров и связей, которую дает диагональная пара квадрата — сторона и диагональ, не обладает многими замечательными свойствами геометрии системы двойного квадрата, с которой мы отчасти познакомились в гл. 2 и которой посвящена заключительная, гл. 5, этой книги. Она не обладает ни гибкостью "золотых отношений", ни обилием спонтанно возникающих ритмов.

Связь стороны и диагонали квадрата обнаруживает черту, высоко ценимую русскими мастерами, стремившимися к простому и целочисленному построению геометрических соответствий. Средние отношения в системе квадрата выражают удвоение размера и его деление пополам, совершаемое непосредственно. Кроме того, связь стороны и диагонали квадрата, закрепленная в мере длины, на шкалах мерной трости позволяет без всяких геометрических построений строить и выверять прямые углы с той точностью, которая характерна постройкам и при аккуратной разметке вполне достаточна. А делать это на строительной площадке (т.е. строить прямые углы) необходимо было постоянно. Конечно, связь $1:\sqrt{2}$, коль скоро она на мерной трости существовала, имела широкое применение: она использовалась для построения форм методом соразмерностей, особенно широко в народной архитектуре XVI–XVII вв.; именно отношением $1:\sqrt{2}$ задавалась, как правило, соразмерность шатров в деревянных храмах, рубленных безвестными мастерами. "А рубить мне, Федору, как мера и красота скажет", — говорится в рядной записи конца XVII в. [15, с. 86]. В храмах древнего Новгорода XII–XIII вв. эта связь могла служить для решения многих задач. Но все же стать единственной связью, лейтмотивом и главной темой, решить все проблемы формообразования эта пара едва ли могла.

5.31. Мы имеем возможность пронаблюдать решение очень интересной архитектурной задачи — центричную композицию, ядро которой — 20-гранная призма с 12 внешними ребрами, композицию, в основе которой лежит квадрат. Для решения этой задачи, где вся разбивка состояла в множестве сверок сторон и диагоналей квадратов, такая парная мера $(1:\sqrt{2})$ была совершенно необходима. И связь тмутараканской сажени с "новгородской косой" использована в этой постройке с блеском. При этом мы можем проследить взаимодействие и дополнение друг другом двух новгородских пар мер. Потому что меры, которыми осуществлена церковь Вознесения в селе Коломенском под Москвой, являются совершенным дублем мер новгородской трости.

Церковь Вознесения — национальный шедевр. Ее не обошли вниманием историки русской архитектуры, ее строй хорошо проанализирован; А. Циресу, например, принадлежат замечательные наблюдения об образе этого храма. И теми из них, которые подтверждаются метрологией храма, мы позволим себе воспользоваться [51, с. 147–153].

Наше исследование построено на основе обмеров храма, детальных и тщательно выполненных архитекторами Засыпкиным, Рыльским и Подключниковым. Планы, фасады и разрезы при наложении калек показывают один масштаб. Линейные масштабы не сходятся. Мной принят как общий для плана, разреза и фасада масштаб, показанный на фасаде, где 25 мм точно соответствует сажень 216,36 см в соответствии с аннотацией В. Подключникова. Поскольку метрические масштабные линейки допускают несовпадение, возможна ошибка в абсолютном значении саженей, но она пропорциональна, не влияет на анализ и очень незначительна.

Парные меры: $T{:}M = 1{:}(\sqrt{5}-1) = 0{,}812\,(+0{,}003)$;
$T{:}H = 1{:}\sqrt{2} = 0{,}711\,(+0{,}004)$.

Тмутараканская сажень 143 см, локоть 35,75.

Мерная сажень 176 см, локоть 44 см.

Новгородская косая сажень 201 см, локоть 50,25 см.

В 1532 г. в загородной царской усадьбе, селе Коломенском, завершилось строительство церкви, форма которой поразила воображение современников, ". . . бе же церковь та велми чюдна высотою и красотою и светлостию, такова не бывала прежде того в Руси". Это, действительно, был еще не виданный тип церковного здания, в котором расчлененное внутреннее пространство уступило место одному уходящему ввысь шатру. Высоко на крутом обрывистом берегу, у излучины, над широкой поймой Москвы-реки, вознеслась в вышину скульптурная форма. "В образе этой церкви, — пишет А. Цирес, — сплетаются

два основных лейтмотива: мотив острого, полного столкновений и диссонансов динамизма и мотив гармонически спокойной красоты". Композиция строится на столкновении и соединении двух тем: горизонтального, связанного с землей, и в противоположность ему – устремленной ввысь вертикальности. Господствующая у земли сложная раздробленная форма обнимает 20-гранный столп. Но по мере развития храма в вышину раскреповки стягиваются к основанию шатра, чтобы дать выход единому телу шатра. "Сложный ритм арок нижних галерей, – продолжает А. Цирес, – особенно хорошо выраженный в главном, восточном фасаде церкви, идет, учащаясь от краев к центру,... теснит арки от краев к углам основного массива церкви и к ее середине,. . . подсказывает смену горизонтального движения движением, направленным ввысь". "Внизу, в галереях – разветвленный несимметричный план, сложная игра входящих и выступающих прямых двухгранных углов. В храмовой части – та же острая динамика врезывающихся друг в друга прямоугольных призм, но план симметричен и гораздо более прост. В восьмерике – спокойная плавная форма, без входящих углов и без сталкивающихся под прямым углом граней. В шатре – та же восьмигранная форма, но с более легко подчеркнутыми гранями. Наконец, в главке – восьмигранник, кажущийся почти круглым благодаря своей миниатюрности и соответственно гораздо большему значению декорирующих его деталей. Так снизу вверх идет последовательное смягчение кристаллизма и нарастание компактности объема, вплоть до его стянутости в крепкий узел венчающей всю объемную композицию главкой". И, наконец, церковь завершается легким крестом, в котором горизонталь соединена с вертикалью: борьба и столкновение двух тем решены торжеством взлета – вертикальной ветвью креста.

5.32. Две композиционные темы, создающие в своем единстве образ церкви Вознесения, реализованы в формы и соразмерности храма двумя геометрически взаимосвязанными парами мер. Тело храма, весомое и прочно стоящее на земле, – это объемы его, кубы и призмы. Соразмерности, определившие это статическое начало, – кубы и призмы построены тмутараканской и новгородской косой саженями ($1:\sqrt{2}$).

Но главная тема здесь все же не соразмерности, а пропорция, тема движения, тема ритмов вертикальных членений, устремление вверх. Это ясно определено самою задачей и целью, которая стояла перед создателями храма, ясно запечатленными в наименовании храма – Вознесение.

Пропорция осуществлена отношением тмутараканской и мерной саженей. Вертикальные ритмы постройки подчинены отношениям Т:М и М:2Т. Движение от размера к размеру строится в "двойном золоте" и отношении золотого сечения.

Так две разные математические закономерности (квадрата и двойного квадрата) оказались наложены друг на друга, и чувственное восприятие образа откликается на существующий здесь диссонанс. Двойственность размерной структуры храма, диссонанс, заключенный в движении и столкновении линий, в столкновении горизонтального с вертикальным, – все это и создает архитектурный образ борьбы двух противоборствующих в этой постройке, как и в самом человеке, начал и разрешается господством вертикали креста, соразмерность которого $\sqrt{5}-1$.

5.33. Основание храма, если отбросить мысленно галерею и крыльца, – призма о 20 гранях и 12 внешних углах. Конструктивное ядро храма и его архитектурное ядро – куб четверика, продолженный вниз, в подклеть; продолженный в стороны притворами, галереей и крыльцами; продолженный вверх в световой барабан-восьмерик, шатер и главу.

Призма имеет ядро. Это ядро в плане – квадрат, углы которого акцентированы пилястрами. Угловые пилястры и задают реально воспринимаемую зрением форму – границы объема. По ним и установлены соразмерности. Линии, очертившие храм по выступающим угловым пилястрам, определяют конфигурацию плана.

Ни в одном из рассмотренных нами сооружений, включая Парфенон, мы не могли наблюдать такой поразительной простоты в определении размерной структуры.

Четверик – куб (размером 10Тх х10Тх10Т саженей), а вместе с подклетом, на который он поднят, – призма $\sqrt{2}$ (10Тх10Т, высотой 10Н саженей). На нем восьмерик, также вписанный в куб (9Тх9Тх9Т саженей).

На восьмерике шатер, вписанный в призму $\sqrt{2}$ (9Тх9Т, высотой 9Н саженей). Верхнее сечение шатра уменьшено в 16 раз, а его линейные размеры – в 4 раза; поэтому вверху ширина шатра 9Тх9Т локтей.

Шатер завершен развитым венчающим карнизом, и барабан, стоящий на шатре, превышает его размер на полулокоть. Поэтому барабан вписан в куб ($9\frac{1}{2}$ Тх$9\frac{1}{2}$ Тх х$9\frac{1}{2}$ Т локтя), а вместе с главкой, взятой без яблока, – в призму $\sqrt{2}$ ($9\frac{1}{2}$Тх$9\frac{1}{2}$Т, высотой $9\frac{1}{2}$Н локтя).

Общая высота церкви от верха цоколя до яблока равна четырем сторонам исходного квадрата – 40Т саженям.

Пояс кокошников, которым закончено стягивание 20-гранной призмы в монолит шатра, делит храм на две части – основание и завершение. Они взаимосвязаны по высоте, как Т:Н. Основание 40Н = 57Т. Отсюда высота завершения равна 57Н локтям.

Так установлены отношением 1:1 и Т:Н = 1: $\sqrt{2}$ все объемы храма, все его соразмерности.

5.34. Тему вознесения – развитие вверх определяет пропорциональная цепь, начало которой дает основание (четверик, поставленный на подклет) и заканчивает самое мелкое членение креста. Установлена эта цепная связь с замечательным мастерством. Нарастание и спад размеров организованы через интервал в отношении мер Т:М, так строится встречное движение – принцип, который мы могли наблюдать в организации вертикальных ритмов фасада Парфенона.

Пропорция развивается так. Высота четверика, включая подклет (40Н=57Т), так относится к высоте шатра, включая высоту ордерной части восьмерика, несущей шатер (57М), как высота барабана, включая главу (15,2Т), относится к высоте ордера восьмерика (15,2М), как высота креста (12,2Т) относится к высоте барабана с главкой (12,2М), как ширина креста – его горизонтальный размах (10Т) относится к высоте креста (10М), как нижняя ветвь стойки креста (5,5Т) относится к верхней ветви стойки креста (5,5М), как Т:М. Нижняя ветвь креста делится полумесяцем на нижнюю часть (1,7М) и верхнюю часть (3,4Т), т.е. связаны, как М:2Т.

На гранях шатра имеется выполненная из белого камня сетка ромбического рисунка, подчеркивающая движение вверх и создающая еще один вертикальный ритм. Ромбы делят грань шатра по высоте на отрезки, связанные попарно, как М:2Т и Т:М.

Храм имеет три ордера: ордер четверика, ордер восьмерика и ордер

барабана. Они дополнительно сопряжены тем, что капитель пилястры четверика равна сажени М, капитель пилястры восьмерика– сажени Т, ордер барабана (как и цоколь четверика) равен также сажени Т.

Подчеркнем выразительнейшую деталь размерной структуры, наиболее ярко показывающую особенность логики древнего мастера, стремящегося особенно точно выразить в метрологии главное. Так же как 10 саженей определили, по существу, весь храм, его ядро, так же и 10 локтей определили символ и венчание церкви – крест (10Тх10Тх10Т саженей – четверик; 10Тх10Тх10Н саженей – призма четверика; 10Тх х10М – соразмерность креста, ибо в нем заключен для зодчего и смысловой символ соединения, и символ торжества вертикали, и символ храма, и символ пропорции, построившей этот образ).

5.35. Но самым интересным и впечатляющим во всей размерной структуре храма является та поразительная простота и экономия действия, с которой установлен рисунок плана – три вложенных друг в друга квадрата: квадрат, очертивший ядро-четверик, квадрат, включивший притворы, и квадрат, очертивший внутреннее пространство. В сторонах и диагоналях этих трех квадратов заключены все размеры в плане и по высоте.

Рассмотрим построение плана.

Установив место центра постройки, в направлении восходящего солнца пробивают ось на восток и затем на запад. Из центра на оси откладывают по 20Т локтей. Из полученных точек засечками в 20Н лок-

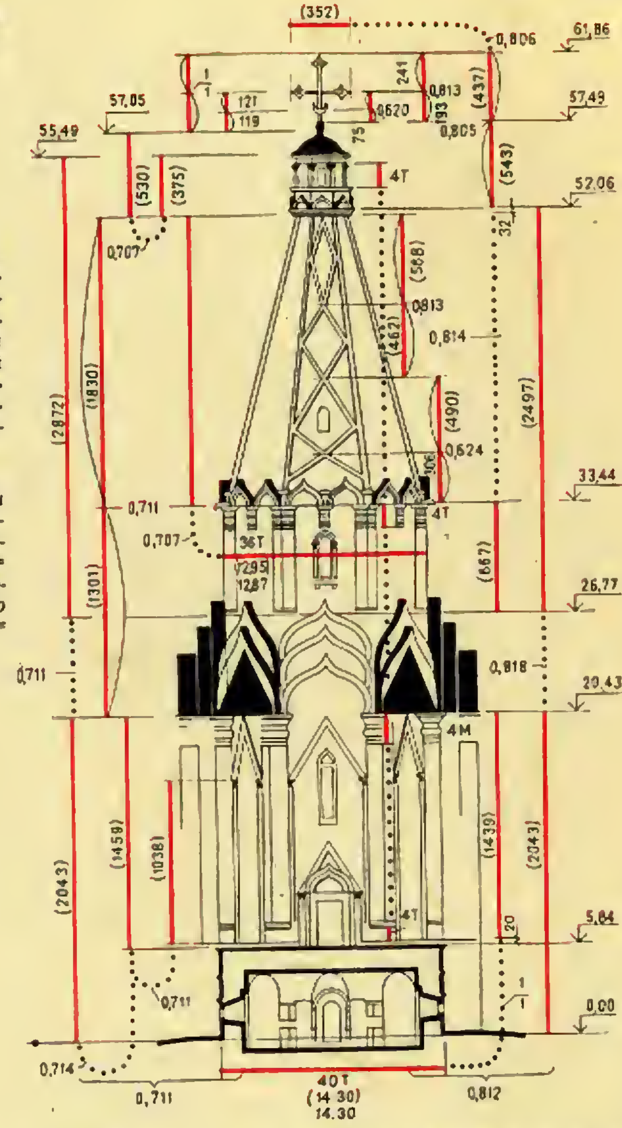
151. Церковь Вознесения в Коломенском, XVI в. Парные меры

$\frac{Т}{М} = \frac{1}{\sqrt{5}} = 0,809$ и

$\frac{Т}{Н} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,707.$

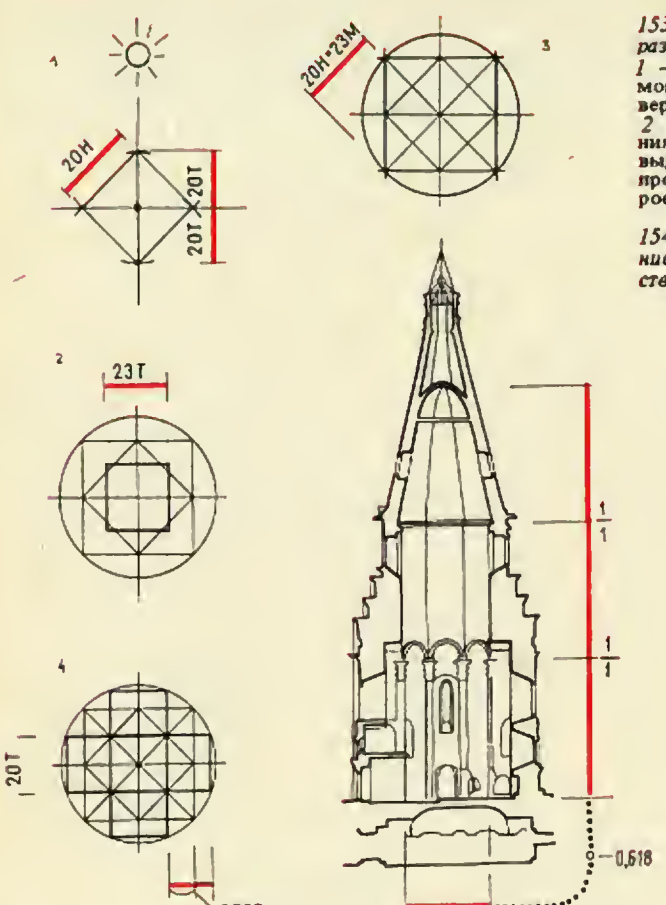
Соразмерности храма – кубы и призмы 1: √2. Пропорциональные членения, образующие вертикальные ритмы, определены связью Т:М=0,809 и М:2Т=0,618. Исходный размер построения – ширина четверика 10Т саженей (от центра построения – 20Т локтей)

152. Фасад: соразмерности и пропорции. Слева – определение соразмерностей парной мерой Т:Н = =0,707. Справа – пропорция, установленная связью Т:М = 0,809 и М:2Т = =0,618



тей одновременно находится поперечный размер квадрата ядра и направление оси "север–юг", пересекающей под прямым углом в точке начала ось "запад–восток". Окружность, проведенная этим же (20Н) радиусом из центра, определяет место 12 наружных углов основания храма и контролирует, точно ли расположены углы квадрата четверика. Место восьми углов притворов определяет их ширина, отсчитанная от разбивочных осей по 10Т локтей, поскольку ширина притворов равна исходному размеру (20Т) в пересечении с этой окружностью. 20-гранная призма построена.

Чтобы вписать квадрат, опреде-



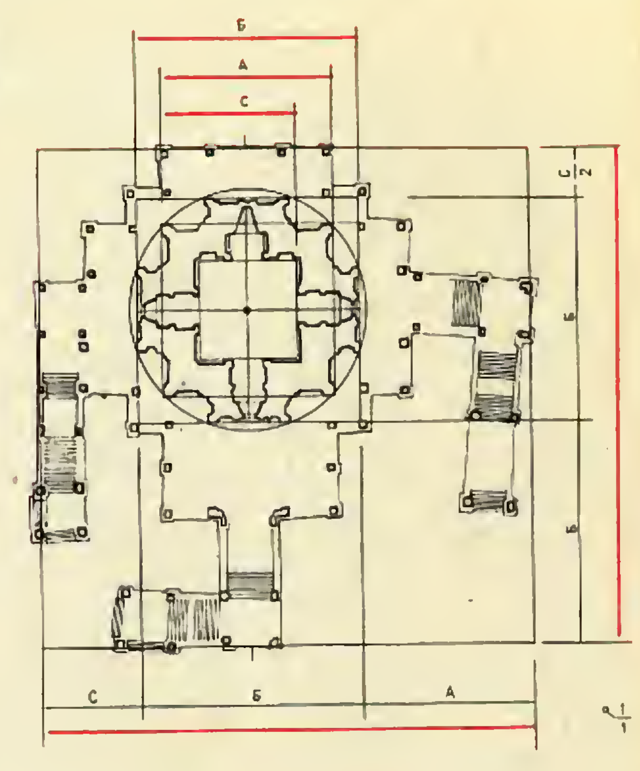
153. Последовательность разбивки плана
1 — построение осей, прямого угла и размеров четверика саженями Т и Н; 2 — завершение построения формы четверика 3 — выделение внутреннего пространства; 4 — построение крещатого плана

154. Вертикальное членение внутреннего пространства

ливший внутреннее пространство, достаточно радиус 20Н измерить мерной саженью. Полученная мера, взятая в Т саженях, и есть сторона квадрата, определившая внутреннее пространство. 20Н=23Т. Квадрат, очертивший пилястры, равен 23Т х23Т. Тем самым расстояние между тремя квадратами плана поставлено в связь 1: $\sqrt{2}$. Толщина стены четверика 6Н относится к толщине прибавленной стены притвора 6Т, как $\sqrt{2}$:1.

Так скреплены в самой основе плана связи $\sqrt{2}$ и $\sqrt{5}-1$, намного более тесные, чем это мы показали. Например, с тем же успехом можно было найти внутренний квадрат, измеряя М саженью не радиус (20Н), а исходный размер построения (20Т), чтобы получить диагональ внутреннего квадрата.

Высота шатра в интерьере определена его планом. Высота ордера относится к стороне квадрата, как 2Т:М. Световой барабан от верха капители до карниза и высота купола от карниза до замка купола дважды повторяют этот размер.



155. Размеры гульбища и крылец заключены в крещатом плане столпа (ср. рис. 153,4)

5.36. Развитие крылец и гульбища показано на рис. 155. Галереи и крыльца асимметричны в плане, столбы и арки подклета выложены без геометрической точности. Эти асимметрия и неправильность простертых на земле форм не случайны, преследуется цель создать переход и связь от свободных и плавных линий холма, где стоит церковь, к строгой геометрии кристаллической призмы.

Галерея и крыльца неодинаково простерты в стороны. Наименее развит подклет на восток, где крыльца нет и от самого храма круто вниз уходит берег Москвы-реки. Наиболее он развит на запад, где перед главным входом — широкая площадка.

Расстояния, на которые отстоят от четверика гелерея и крыльца, определены квадратами плана. На восток — половина стороны внутреннего квадрата ($11\frac{1}{2}$ Т), на север — сторона внутреннего квадрата (23Т); на юг — сторона исходного квадрата (40Т); на запад — сторона квадрата, очертившего церковь с притворами ($48\frac{1}{2}$ М). В сумме галерея с крыльцами вписана в квадрат со стороной, равной сумме сторон всех трех квадратов плана. В представлении зодчего, все размеры постройки должны возникнуть из одного начала, быть звеньями одной цепи, полученной из ширины храма в 40 локтей = 10 саженям.

Глава 6. Техника пропорционирования

Применение метода парных мер в практике воссоздания утраченных частей зданий

6.1. Время от времени существующие системы стандартов совершенствуются. Реформы в этой области коснулись и строительных мер. Так появилась казенная петровская сажень, деленная на 3 аршина, и, впоследствии, – метр – одна сорокамиллионная часть земного меридиана. Тем самым по ключевым в искусстве архитектуры традициям был нанесен чувствительный удар: мера утратила возможность выполнять основное свое назначение – приводить в соразмерное гармоничное состояние архитектурное пространство и форму.

В стремлении усовершенствовать метрологию, придать ей универсальность, ясность, удобство пользования было отброшено не понятое реформаторами, но исторически сложившееся сосуществование различных эталонов длины во имя единого и обязательного эталона. Так был выхолощен смысл строительной метрологии. Мерная трость, со скрытым могуществом ее двойной шкалы, о которой вдохновенно и точно сказал летописец XIII в.: "Древо бяшет существом, но божиею силою одено есть", – стала простым куском дерева, способным решать единственную задачу: "что больше, что меньше?" (оставляя человеку самому исчислять, во сколько и зачем), – взамен широкого круга проблем искусства архитектуры, в который некогда этою парною мерой открыт был доступ мастерству.

Если ущерб, нанесенный строительной метрологии петровской реформой, ограничивался лишь этим, то повсеместное распространение метра оборвало всякую связь мер с человеческим телом, его масштабом. Проблема эта хорошо раскрыта Ле Корбюзье.

К счастью, реформа, способная заменить одну меру другой, не способна тем не менее уничтожить традицию, в которой заключен опыт творческого труда многих народов, и оборвать все нити дорог, которыми следует знание. Знание не может совершенно и бесследно исчезнуть, потому что, единожды возникнув, оно распространяется по всей земле и может, подобно эху, возвратиться туда, где некогда возникло и было истреблено. Методы построения формы, созданные в далеком прошлом, должны были сохраниться и сохранились, но теперь уже получив геометрическое выражение, другую, порой мистическую окраску.

Владеть геометрическим подобием естественно и удобно за чертежной доской, имея угольник и циркуль, масштабную линейку и создавая масштабные чертежи. Архитекторы XVII-XVIII вв. пользовались канонами и правилами, в которых слышен голос прошлого. Они владеют цеховыми профессиональными тайнами своего ремесла. Приемы, служившие выбору нужных размеров, основанные на сопоставлении частей постройки друг с другом и с размерами человеческого роста, свято сохранялись и передавались из рода в род, из поколения в поколение.

6.2. Русская архитектура допетровской и петровской эпох не росла отсеченной ветвью. Мастера, работавшие в России в XV в. по приглашению Ивана Грозного (Фиорованти, Соларио, Руфо) и позднее, при Петре I и Екатерине (Трезини, Фонтана, Шлюттер, Шедель, Растрелли), были в основном потомственными зодчими и художниками, и даже беглое знакомство с чертежами и проектами их указывает на причину уверенности и быстроты, с которой создаются ими проекты зданий. Художественный талант опирается на твердый прием конструирования пространства, позволяющий действовать уверенно и смело.

Убедительной иллюстрацией сказанному может служить построенный Джованни Марио Фонтана и законченный Шеделем Меншиков дворец на Васильевском острове – одна из первых монументальных каменных построек гражданской архитектуры Петербурга.

С азбучной непосредственностью подчиняет итальянский зодчий план дворца форме квадратов и прямоугольников $\sqrt{2}$, и даже двор, осуществленный в позднейший период, после отъезда Фонтана из России, представлял прямоугольник $\sqrt{2}$.

Применив так открыто удобную для построения прямых углов конфигурацию плана, в членениях фасада мастер также открыто и ясно следует совершенно иной системе. Здесь абсолютно господствуют отношения золотого сечения и "двойного золота". Эти связи планомерно соединяют высоту этажей (первого со вторым, второго с третьим), высоту ордеров по этажам; высоту пилястры без капители и с капителью (во всех трех ордерах); соединяют они и все пилястры между собой по ширине. О сознательном применении отношения золотого сечения и квадрата убедительнейшим образом свидетельствует то, что сохранившиеся первоначальные дубовые оконные блоки дворца – от цокольного и до третьего этажа включительно – точные прямоугольники золотого сечения, либо горизонтально, либо вертикально расположенные (минор и мажор), либо квадраты (см. рис. 162, 163).

6.3. Жизненная сила отношений системы двойного квадрата и парных мер еще раз прозвучала в Модулоре Ле Корбюзье – инструменте зодчего, оставившего неизгладимый след в архитектуре XX в. Выдающийся теоретик и практик архитектуры, чья личность, бесспорно, останется в памяти человечества, изобретает в XX в. заново нечто подобное парной мере: двойную шкалу размеров, построенную на золотом сечении и связанную удвоением, подчиненную размерам человеческого тела, – своеобразный негатив мерной трости. В Модулоре все перевернуто: каждая шкала из простой, равномерно градуированной линейки превратилась в нарастающий ряд золотого сечения, а кратность, достигнутая делением пополам, которая в парных мерах образует членения шкалы, здесь стала связью двух шкал. Такая трансмутация двух идей, создающих инструмент, лишила Модулор, по сравнению с парными мерами, той ясной канвы, которая дает

архитектору ключ к применению меры. Это драгоценное свойство Модулором утрачено. Зато в нем однозначнее и проще закреплена человеческая лестница, которую несложно, впрочем, включить и в структуру исторически бывших парных мер (см. приложение).

6.4. Любое совершенное архитектурное сооружение, каким бы путем оно ни возникло, обнаруживает в своей размерно-пространственной структуре закономерность, прочно соединенную с логикой ее тектонического, композиционного строя. В единстве композиционных и математических связей отражена природа зрительного восприятия; именно в этом отображаются гармония и красота.

Соединение художественного видения и чувства с рациональным методом конструирования пространства нельзя переоценить. Оно позволяет накапливать опыт и формировать собственный почерк и стиль, потому что дает своеобразную систему отсчета, позволяющую трезво сопоставить с идеалом и схемой каждый итог: наличие схемы позволяет изучить нужные отклонения.

Что же касается практики реставрационных работ, то здесь опираться на метрологию, на методы, которыми пользовались мастера исторического времени, просто необходимо. Изучение строительной метрологии, проникновение в смысл соразмерности и пропорции, понимание наиболее характерных приемов нужны при решении такой сложной задачи реставрации, как воссоздание утраченных частей.

Это нередко бывает совершенно необходимо и касается в первую очередь завершений, покрытий, кровель. Не всегда эти части удается протокольно обосновать, а здание без них существовать не может по конструктивным причинам. Церковь, лишенная глав, звонница без завершающей части либо завершенная чуждой ей формой создают ложное представление об эпохе, ее стиле, ее эстетике. И здесь архитектор может, а порой и должен идти на докомпоновку утраченной детали, жертвуя протокольной правдой частного элемента во имя большой художественной и исторической правды — правды образа.

Реставрация основывается на тщательном натурном исследовании, на изучении аналогов, архивных, иконографических материалов. И если характер утраченной детали удается достоверно установить и остаются неясны размеры, — история метрологии, значение методов работы древнего мастера, понимание его образа мышления и целей, которые могли перед ним стоять, в решающей степени облегчают труд реставратора, позволяют с уверенностью приблизиться к исторической правде и достичь прочной связанности, единства вновь возводимых частей с уже существующими, продолжив открытую внимательным и квалифицированным исследованием математическую и логическую закономерность в реконструируемых частях.

6.5. Пропорция участвует в процессе формообразования с первых шагов работы над образом. Выбор конкретного значения пропорциональной связи (число) диктуется представлением о нужной ассоциации, т.е. образом. На этом предпроектном этапе выкристаллизовывается общая идея пространственной структуры, устанавливаются иерархия основных частей, их характер, главное и второстепенное. На этом этапе категория пропорции еще не выделена из общего синтетического мышления архитектора: присутствие пропорции обусловлено одним лишь ясным осознанием этого феномена и скажется непременно.

Но за этим интуитивным пределом пропорция становится техникой проектирования. Существуют созданные историей технические приемы, о которых мы еще знаем очень немного, но само применение их ставит нас на путь новых и новых открытий: они и создают стиль, отвечающий личному складу и способностям, видению и идеалам художника.

Перенос внимания от целого к части и от части к целому — принцип работы зрения. Эта работа будет облегчена, если все элементы целого связаны между собой и целым возможно меньшим числом геометрических отношений. Главное соотношение принимается за лейтмотив пропорциональной связи. Главная тема, как показывает опыт архитектуры, становится соразмерностью важнейших деталей, ибо тем самым деталь, привлекающая сразу же наше внимание, становится камертоном настройки на восприятие образа и заключенной в нем образной ассоциации. Размерную структуру Парфенона определяют и выражают прямоугольник фасада и прямоугольник тела колонны; пропорциональный строй картины выражает ее рама, и это отчетливо видно и в "Сикстинской мадонне" Рафаэля (0,736) и в "Троице" Андрея Рублева (0,809), ибо поле картины членится в тех же соотношениях. В церкви Вознесения в Коломенском деталью-символом служат крест и портал.

6.6. Ответственным и очень важным моментом в работе над пропорцией является выбор критических точек, между которыми осуществляется промер: они и определяют части, принимаемые за соразмерности и приводимые к единству. Они обязаны выражать форму, объем, быть его самой образной и точной зрительной характеристикой. Здесь в неясных случаях можно выбирать средние значения, как часто делали греки.

6.7. Средние отношения используются преимущественно при организации пространства: определяя целое или деталь, при этом сопоставляют ширину, глубину и длину. При проработке фасадных членений отчетливо прослеживаются два подхода. Горизонтальные размеры, ритмически повторяющиеся, соединяются с высотой элементов, которыми создан ритм горизонтальных членений: шаг колонн — с высотой колонн, ширина проемов — с высотой проемов и т.д. по принципу соразмерности. Второй прием состоит в рассмотрении ритмов вертикальных членений. Здесь сопоставляемые части обычно объединены смысловым соответствием. Эффектен прием "соединения через строку", очень часто встречающийся; этот прием порожден синтетичностью архитектуры, в которой чередуются стены и кровли, светлое и темное, материал и пространство, простенки и проемы. Контрастность синтезируемых материалов образует композиционную ткань чередований. Сюда же следует отнести и принцип движения — горизонтального и вертикального. Движение нарастания размеров снизу вверх обычно уравновешивается встречным движением спада: два ритма проникают друг в друга; направленные противоположно, они уравновешивают форму, придают ей законченность (см. рис. 123,*4* и 130,*3*).

6.8. Возможно, что с этой закономерностью встречных движений связана эволюция глав — от шлемовидных к луковичным. Устройство прямых, плоских кровель взамен позакомарных покрытий изменило композицию храма, ввело сильную горизонталь, и в ритме чередований "стена — кровля — стена", и встречном ритме "кровля — стена — кровля" гармония оказалась нарушена;

чтобы восстановить зрительное равновесие и завершенность, глава должна была получить решительное развитие (рис. 156). Читатель, внимательно просмотревший развернутую структуру, показанную ранее, найдет в ней и другие приемы. Отметим как весьма полезный и существенный принцип компоновки формы принцип выделения главного ядра – смыслового центра композиции – и подчинение ему взаимодействующих с ним, т.е. сопоставляемых зрением, частей, как в крестовокупольном храме это великолепно прослеживается на роли μεσομφαλου.

6.9. Нам остается теперь показать, как начиная с конца 1960-х годов, еще до того, как парная мера со связью 0,809 и 0,707 была найдена археологами, мною и некоторыми другими реставраторами, знакомыми с моим исследованием, использовались эти соотношения в практике воссоздания утраченных частей зданий – там, где приложение этих соразмерностей было подтверждено сохранившимися формами постройки.

6.10. *Пример 1.* При сборке Клетской церкви Успения из села Фоминское (1721 г.) на территории Костромского музея деревянного зодчества под открытым небом воссозданы утраченные ранее шатровая колокольня и крыльцо; заменена поздняя железная глава отвечающей стилю и традиции главкой, крытой лемехом. Проектирование основывалось на результатах натурного исследования мест примыкания утраченных форм (врубки), на аналогах (стиль и деталировка) и методе парной меры (единство, гармония форм, обусловленные пропорциональностью).

Изучение размерной структуры указывало на квадрат (повторение размеров), удвоение и отношение, близкое к 4:5. Протяженность сруба

156. Равновесность, гармоничность композиции обусловливаются в числе других условий встречным движением нарастания (спада) размеров согласуемых однородных частей. Эту закономерность можно наблюдать в эволюции глав. Уравновешенность масс стен и покрытий (при шлемовидных главах и позакомарных покрытиях) была нарушена при переходе к покрытию четверика скатными кровлями и вновь установлена, когда шлемовидные невысокие главы уступили место крупным луковичным главам







157. Церковь села Фоминское Костромской области, ХУШ в. Перевезена в Музей деревянного зодчества. Реконструкция автора. Размерная структура воссозданных частей – главы, колокольни и крыльца установлена с помощью парной меры Т : М = *0,809.*



в 15,2 м при ширине в отрубе 6,8 м позволила принять в качестве основной меры плотницкую сажень в 152 см, считая план без алтаря и крыльца размером 10х4 саженей. В качестве парной меры взята сажень большая 188 см (П:Б = 152 см: :188 см = 0,809).

Сруб церкви по фасадам, как он есть в натуре (не считая алтаря и крыльца), вписан в прямоугольник 0,809 минор, а по восточному (западному) фасаду – в двойной квадрат. Тема эта проходит через все элементы реконструируемых частей. Проследим, как она приложена к основным элементам композиции.

Сруб, включая главу, – квадрат 10х10П саженей. Сруб, включающий звонницу без алтаря, – прямоугольник 10Пх 10Б мажор. Сруб, включая главу и крыльцо без звонницы и алтаря, – прямоугольник 10Пх10Б минор. Весь храм, включая алтарь, крыльцо и звонницу, – прямоугольник, близкий ПхБ минор, высотой 10Б саженей. Отношением мер, взятым одинаковым счетом или удвоением, определены все детали и части в соответствии между собой (рис. 158, *3,4*).

Характерно, что на Всероссийском совещании реставраторов, проходившем в 1967 г. в Костроме, ни у одного специалиста не возникло сомнений в подлинности частей постройки. А несколько позднее в монографии, посвященной художественным памятникам Костромы, В. Иванов, подчеркивая органичность ее форм, замечает: "Очертания крыш мастерски вписаны одна в другую", "в архитектуре церкви из Фоминского как будто нет каких-то новых форм, не применяемых во многих других памятниках русского деревянного зодчества, – и в то же время в ней есть что-то неповторимое, внесенное живым творчеством народа". Это неповторимое не только не противоречит методу парных мер, но и смогло быть достигнуто только с его помощью.

Интересно остановиться на размерно-пропорциональной структуре обеих глав, которые докомпонованы. Главным здесь был вопрос о точке, по которой включается в общую структуру пропорций главы. В отличие от шлемовидной главы, где все понятно и просто, в луковичной главе необходимо учесть две высоты: от шеи главы до яблока (полная высота) и от шеи главы до условной точки, определяющей верх ее шаровидного тела. Вместе они создают в отношении с диаметром главы ее индивидуальный характер, ее образ, диктуют силуэтное очертание. В общую пропорциональную схему была включена точка, определившая шаровидное тело. Во-первых, потому что оценивают-ся и взаимосоединяются массивные объемы четверика, шатра, крыльца, при этом главы включены, а кресты и основания их исключены из общей структуры пропорций. Во-вторых, этим самым учитывается необходимость поправки на стройность, учитываются вертикальные перспективные сокращения.

Соразмерности глав, большой и малой, определяет один прием, но приложение меры к форме в них сознательно разное. Диаметр большой главы задан в 1Б сажень, диаметр малой – в отношении Б: :2П = 0,618, но во имя исторической правды он заменен целочисленной мерой и принят в 3П локтя (3П:4Б = 0,607). Высота большой главы до яблока – 2П сажени, высота малой главы с яблоком – Б сажень (1,618). Если в большой главе прямоугольник 0,618 исключил яблоко, то в малой – включает. Если коническая часть большой главы выше, чем ее барабан (Б:П = =0,809), то в малой те же части соответственно равны. Если в большой главе диаметр шеи и диаметр главы есть П:2Б=0,404, то в малой те же части соединены отношением 1:2=0,5. Такой подход не означает отсутствия системы, наоборот, он ее обнаруживает. Большая глава является

158. Церковь села Фоминское
1,2 – изучение размерной структуры сохранившихся частей; *3,4* – определение размеров целого и частей храма

главным и самостоятельным элементом. Все внутренние контрасты в ней заострены, преувеличены в сравнении с малой главкой, которая должна читаться всего лишь как органичная часть устремленного вверх шатра. Этому учат аналоги. Это понятно из композиции. Гармония находится под контролем чувства. Чувство определяет логику сопоставлений, а также понимание точек отсчета – прием, который зависит от конкретной задачи.

6.11. *Пример. 2.* Судя по различным изданиям, посвященным памятникам архитектуры и включившим в обзор Костромской музей деревянного зодчества, всеобщее внимание привлекают перевезенный из деревни Портюг дом Ершова, его крыльцо и наличники. Наличники – элемент докомпозиции, их декор выполнен по мотиву резьбы, замеченной в этой деревне. Размерная структура наличника проста – 0,809 и 0,618 (рис. 159 и 160). В Иванов заканчивает свой короткий рассказ о доме Ершова такими словами: "Особенно хороши красные маленькие окна с простыми наличниками и гладкими ставенками. На бревенчатой стене избы они выглядят необычайно выразительно. Изба и все ее детали поражают мудрой, необыкновенной красотой" [25, с. 123–124].

Таким образом, и в этом случае применение метода парной меры при докомпоновке утраченных частей – наличников, отдельных элементов крыльца и кровель – помогло достичь гармонии и единства.

6.12. *Пример 3.* Выше говорилось уже о размерной структуре Меншикова дворца (см. 6.2). Реставрация его в настоящее время в главных чертах завершена, недостает лишь скульптурных завершений.

Именно в процессе реставрационных работ авторский коллектив (архитекторы Г. Михайлов, В. Галочкин, искусствоведы Ю. Денисов, Ю. Трубинов) раскрыл замечательно ясную размерную структуру этого





159. 1 – дом Ершова из села Портюк Костромской области; 2 – наличник, XIX в. Реконструкция автора. Парная мера Т: М –0,809

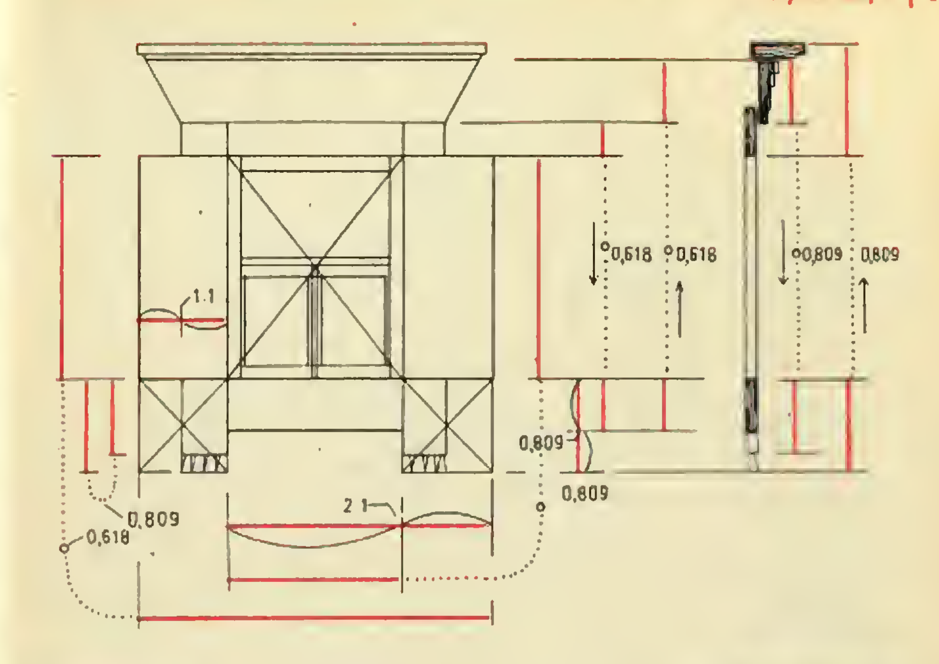
160. Наличник дома Ершова. Определение соразмерностей

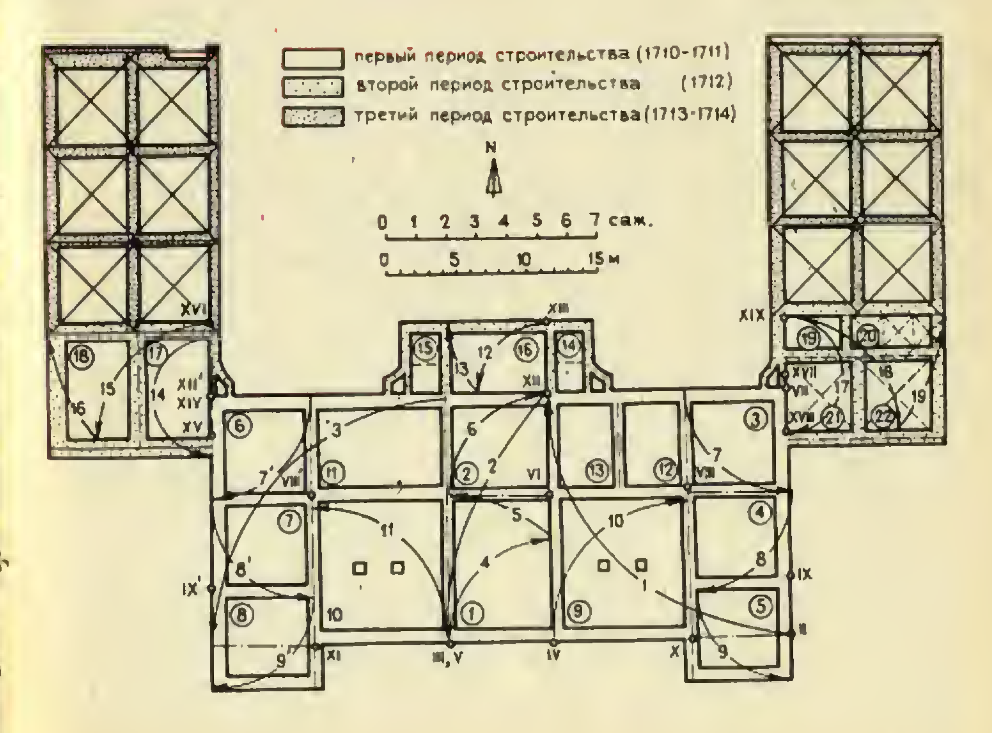
161. Меншиков дворец в Ленинграде, начало XVIII в., архит. Д.М. Фонтана. План. Графический анализ, выполненный авторами проекта реставрации дворца В. Галочкиным, Г. Михайловым, Ю. Денисовым и Ю. Трубиновым, обнаруживает, что соразмерности плана определены как квадраты и прямоугольники 1 : √2

159.1 || 160
159.2 || 161

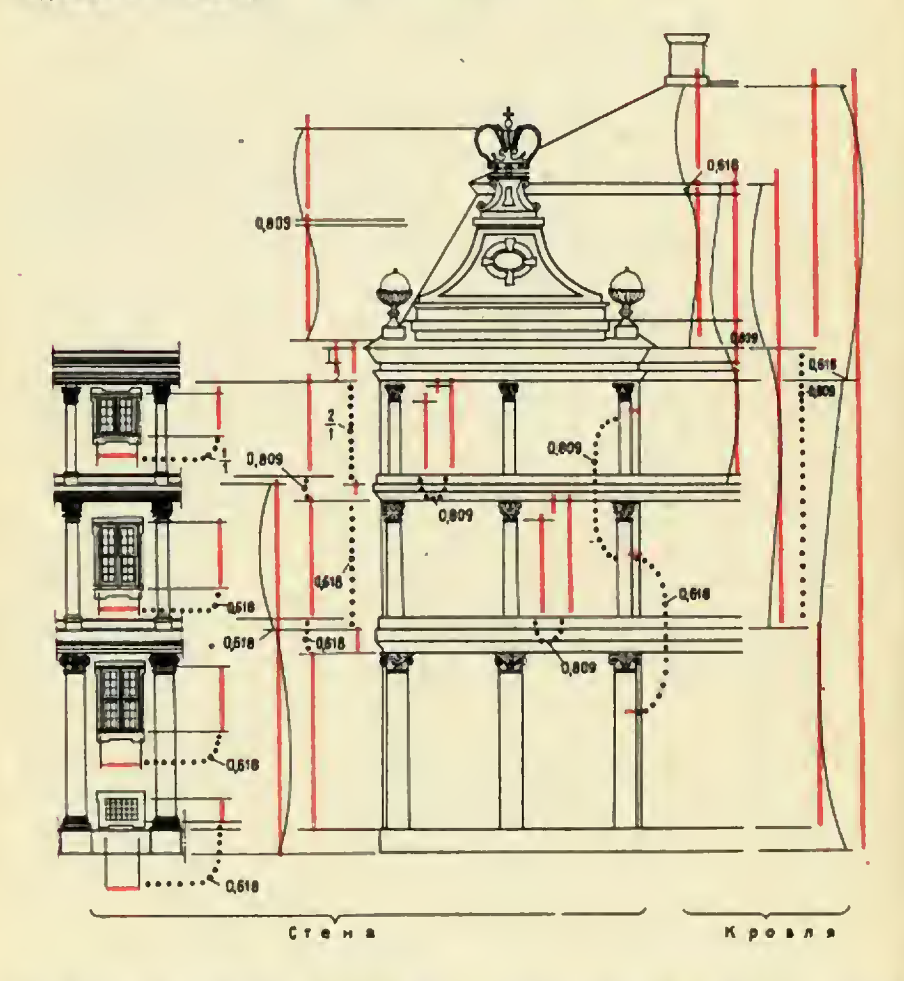
памятника архитектуры. Ценнейшее это открытие не получило точного и ясного освещения в научном отчете и в публикации авторов. И хотя открытие этим ни на йоту не обесценивается, это обстоятельство способствовало неверной оценке выполненной реставрации, которая сделана вполне научно обоснованно и с должным мастерством (**Ю. Денисов, Ю. Трубинов, В. Галочкин, Г. Михайлов. Ключ к воссозданию памятника.** – Строительство и архитектура Ленинграда, 1978, № 5, с. 33–37.).

Спорным местом, по существу,





162. Исследование пропорций фасада, выполненное с участием авторов проекта реставрации, показало, что членения стен и детали последовательно гармонизованы в отношениях 0,809 и 0,618. Распространение установленной закономерности на кровлю с переломом позволило уверенно определить ее размеры в отношении к сохранившимся частям здания (обоснование размеров кровли показано справа)



являются не качество реставрации и не научная обоснованность форм (в кладке стен при исследованиях найдены все воссозданные элементы – вплоть до венчающего карниза). Кровля переломом обоснована иконографически, ее размеры определены методом парных мер, и вид осуществленной в натуре кровли не вызывает сомнений. Спор идет о правомерности дополнения большого числа утрат первоначальных завершений 20-х годов XУIII в.: кровли, фиНиментов и княжеских гербов, аттика и скульптур, его завершающих. Чтобы все это воссоздать,

163. Меншиков дворец в процессе реставрации. Не установлены княжеские гербы и скульптура над аттиком (фото Ю. Трубинова)



нужно было разобрать большой ордер 40-х годов XУIII в. – форму по времени столь же историческую. Современная методика реставрации в принципе против такого подхода. Но случай, который мы рассматриваем, – исключителен.

6.13. Меншиков дворец – первое каменное здание города, крепко связанное с временем становления Петровской Руси, открывшей широко двери европейской культуре. Именно с первоначальным образом Меншикова дворца соединена эпоха героической деятельности Петра и его сподвижников. Здесь, в Меншиковом дворце, собирались "птенцы гнезда Петрова" – создатели русского флота, зодчие и строители города на Неве, здесь устанавливались законы, решались вопросы внешней политики Российского государства, вершились знаменитые ассамблеи. Торжественный парадный силуэт дворца с его высокой крышей переломом, скульптурами и княжескими гербами имеет для нас значение не только свидетеля, но и символа времени, когда было Петром "прорублено окно в Европу". Смерть Петра I означала конец целой исторической эпохи. Меншиков оказывается в ссылке, и вскоре начинается сознательное уничтожение меншиковского духа и самого архитектурного образа этого здания. Снимаются с аттика "деревянные болваны", летят с финиментов княжеские короны. Подводила итог превращению дворца в казарменное здание шляхетского корпуса замена высокой с переломом крыши обычными двускатными кровлями. Эта утрата, по замечанию И. Грабаря, "лишила здание, быть может, наиболее острой его "петровщины" [22, с. 100].

Таким образом, решение о воссоздании здания в облике 20-х годов XУIII в., принятое Министерством культуры РСФСР и безусловно оправданное, вызвало к жизни трехъярусный ордер, а воссоздание начальной композиции, в свою очередь, необходимо требовало воссоздания кровли переломом. На этом этапе и был выполнен рассчитанный пропорциональным циркулем, установленным на отношение 0,809, вариант, ныне осуществленный в натуре. Размерная структура фасадов и логика определения высоты кровли и линии перелома показаны на рис. 163. С установкой скульптур здание получит законченный вид, соответствующий старинным его изображениям.

Система взаимопроникающих подобий двойного квадрата

6.14. "Ничто из того, что сооружено и построено, что имеет длину, ширину или объем, до сего времени не обладает системой мер, соответствующей той, которой обладает музыка, не имеет рабочего инструмента, подобного тому, которым пользуется музыка. Нанесло ли это невосполнимый урон человеческому гению? По-видимому, нет, поскольку Парфенон и храмы Индии, готические соборы и современные выдающиеся технические достижения – все это вехи, отмечающие пройденный человечеством путь", – говорил Ле Корбюзье.

Несколько далее он продолжает: "Строительство Парфенона, индийских храмов, готических соборов было подчинено вполне определенным правилам назначения размеров; они представляли собой своеобразный кодекс, образовали законченную систему, подчеркивающую присущее им единство. . . люди всех времен . . строили, а следовательно, назначали размеры. Какими же инструментами они располагали? То были точные, извечные и неизменные инструменты, неразрывно связанные с самим человеком. . . локоть, палец, стопа, пядь, шаг. . . они обладали бесконечным разнообразием и достаточной гибкостью, подчиняясь вместе с тем математическим законам построения человеческой фигуры, законам грации, изящества, неизменным законам, которые служат источниками той гармонии, которая нас волнует и имя которой – красота" [29, с.29].

К этому остается только добавить, что человеческому гению не был нанесен ущерб скорее всего именно потому, что человек, строивший Парфенон и, наверное, индийские храмы, обладал, как мы убедились, системой мер, подобной той, которой пользуется музыка.

Что же касается гармоничных, изящных и выразительных форм современного воздушного лайнера, автомобиля, то они таковы именно потому, что они усовершенствованы опытом практических испытаний и математическими расчетами. Их форма интегрирует взаимодействие разных влияний и сил и потому неизбежно проявляет в себе объективные законы формообразования, как это происходит с облаком или яблоком: в их размерной структуре обнаружатся те же законы и те же числа.

И мы задаем себе еще раз все тот же вопрос: что это за свойство – гармония формы, достигнутая за счет пропорционального строя? Гносеологическая сторона проблемы нами рассмотрена. Она – в природе равного изменения мерности, в связи подобия со зрительным восприятием. Сейчас нас занимает другое: чем конкретно выражено в размерной структуре это качество? Является ли его синонимом $A_0 = \sqrt{\Phi}$ или число Φ – золотое сечение? Ведь A_0 в размерной структуре построек мы не встречали, а число Φ почти никогда не служило темой гармонической размерной структуры и синонимом образа. Какое общее свойство скрыто за фасадом размерных структур, описываемых отношениями системы двойного квадрата, столь значимое для восприятия формы? Почему исторически система двойного квадрата стала основой и фундаментом в достижении единства и целостности размерных структур?

6.15. Выводы сводятся к следующему.

Архитектурное творчество неразрывно связано с образом, и число (соразмерность), как мы это подробно уже рассматривали, выражает определенный ассоциативный образ. Система двойного квадрата дает галерею чисел, множество градаций – от равного

отношения 1:1 до резко контрастных величин. И первый наш вывод о том, что гармоническая размерная структура, которая всегда разнообразна, не имеет выражения в каком-нибудь особо привилегированном числе; мысль о том, что золотое сечение в искусстве играет особую роль, нельзя понимать слишком прямолинейно: именно золотое сечение, взятое за основу построения композиции, менее всего для этой цели пригодно. Мы наблюдали ОРПС Парфенона и Эрехтейона, церкви Вознесения в Коломенском – великолепных образцов гармонии – и не нашли там примата золотого сечения. То же и в церкви Спаса Нередицы. Лейтмотивом пропорциональной связи служили 0,447, 0,4045, 0,809, а в Великой Печерской церкви – 0,894, но не 0,618 – золотое сечение.

Отношение, близкое квадрату, выражает покой, силу, устойчивость. Отношение более контрастное, чем золотое сечение, выражает динамику, движение, стройность. Золотое сечение выражает равновесную их середину, абстрактное состояние равновесия и потому не пригодно для построения образных, связанных с жизнью художественных ассоциаций, хотя оно и лежит в основании тех связей, которыми мы практически можем пользоваться для построения образных характеристик.

То, что действительно является общим для всех рассматриваемых нами структур, то, что обусловило их единство, мы назовем свойством взаимопроникновения подобий. Это качество, присущее всем подобиям системы двойного квадрата. Оно выражается в том, что все соразмерности этой системы состоят друг из друга; мы снова вспоминаем изречение Гераклита: "Из одного – все, из всего – одно".

6.16. Кодирование образов внешнего мира – задача сознания в целом. Так, в зрительном восприятии участвует память. Незнакомое поражает воображение и приковывает внимание потому, что требует накопления знаний. Оно становится объектом внимательного изучения, происходящего во времени. Знакомое же опознается мгновенно и не задерживает внимания (говорят, что льва узнают по когтю); экономное кодирование образов – одна из главных конструктивных задач живой природы.

Именно в силу этого объективно существуют пропорция и соразмерность – система кодовых единиц зрительного восприятия. Само появление этих категорий в самых дальних глубинах истории философии и эстетики отражает их объективное бытие. В соразмерности – первый шаг к сжатой характеристике образов. Не подробное описание формы, а сопоставление глубины, ширины и длины формирует представление о свойствах объекта.

Вторым шагом в экономном кодировании является выбор сжатого набора кодовых знаков, представляющих соразмерности. Понять, как происходит это в зрении, помогают наши знания о слуховом анализаторе, где мы имеем об этом ясное представление. Поскольку зрительный анализатор на высшем уровне организован так же, как слуховой и как любая зона коры, куда идет информация о событиях внешнего мира, работают они по единому принципу: здесь аналогия несомненна.

Слух человека устроен так, что оказалось возможным не только отказаться от бесконечной непрерывности звуков (слух различает в пределе октавы 300 тонов,), но, сведя их к минимуму, тем самым безгранично раздвинуть простор возможностей языка звуков.

Древнеиндийский строй, система "шрути", делит октаву на 22 звука. Равномерно темперированный строй, открытый Иоганном Себастьяном

Бахом, делит октаву на 12 полутонов. И эти 12 звуков, получая различную окраску и силу, в сочетании с паузами охватывают весь мир чувств и образов. Равномерно темперированный строй идеально ответил структуре восприятия; возникла музыка, являющаяся, в полном смысле этого слова, продолжением внутренней структуры восприятия вовне человека. Открылись новые горизонты гармонии, обладающей безграничным диапазоном возможностей. Об этом свидетельствуют сочинения Баха, Моцарта, Бетховена, Прокофьева, Шостаковича.

К такой же экономии пришла смысловая речь. Не более 30 фонем понадобилось, чтобы создать любой язык, объединяющий нацию. Комбинаторика этих фонем и пауз оказалась достаточной для выражения и передачи мыслей, чувств и образов внешнего мира.

И точно то же характерно для зрения. Оно отвергает как лишенные гармонии и внутреннего совершенства те объекты, которые создает человек, не подчинив их размерную структуру присущей зрительному анализатору организации. Гармоничная, хорошо организованная форма — это код зрения, продолженный в объекте восприятия.

Человек, создавая объекты и формы, присвоил себе функции самой природы. Он должен подчинить свою деятельность объективным законам формообразования. Он должен воспользоваться кодом, наилучшим образом приспособленным для восприятия. Таковы исходные посылки, проливающие свет на исключительные качества кодирования формы по принципу подобия в системе двойного квадрата.

6.17. Основу кодирования зрительных образов составляет геометрическое подобие. Оно создает инвариантность изображения к абсолютным размерам: возникает устойчивость значащего сигнала о свойствах объекта к изменению расстояния между объектом и глазом (см. 1.33, 1.34). Мы также знаем, что соразмерности выражаются прямоугольниками: прямая линия и прямой угол — физическая реальность и в то же время биологическая реальность структурной организации зрительных полей (см. 1.36 и 2.2). В геометрическом плане наша задача стала ясна: нужно выявить систему прямоугольников, оптимально удовлетворяющую кодированию РПС по признаку соразмерности. А это значит следующее.

А. Прямоугольники рассматриваются не как абсолютные величины, а как относительные — это не площади, а соразмерности. Наша задача — установить гамму соразмерностей, от инертных (квадрат) до самых остроконтрастных, развитых в одном направлении, в тех пределах, пока удлинение еще изменяет для восприятия образную характеристику, не заменяя ее стабильным понятием линии, ленты. Градации соразмерностей должны быть равномерно распределены, фиксируя значимые для зрения различия в образе; число их должно быть достаточно для описания всего диапазона значащих образов — соразмерностей.

Б. Каждый прямоугольник системы сопоставим с другим: все они раскладываются друг на друга по признаку подобия без остатка, образуя взаимопроникающие подобия.

В. В основе системы лежат элементарные соразмерности — минимальное число прямоугольников — подобий, из которых образуются все соразмерности ряда. В идеале число элементарных подобий стягивается к двум, ибо два — элементарная основа комбинаторики.

Если система таких соразмерностей существует, — в ней естественно видеть удобный код, отвечающий зрению и применимый к построению различных художественных гармоничных образов.

6.18. И она существует. В ее основе в качестве элементарных подобий лежат связи, устанавливающие равное состояние 1:1 (квадрат) и устанавливающие равное изменение мерности $A_0^2 = \Phi$ (прямоугольник золотого сечения). Мы видим клеймо мастерской, где сделана эта система, — это клеймо природы.

Прямоугольники, соотношения сторон которых (соразмерности) определяются целыми числами, можно представить состоящими из квадратов. И точно так же из квадрата можно развить ряд квадратных корней из натурального ряда чисел, пользуясь приемом совмещения диагонали и стороны: этот ряд демонстрирует Д. Хембидж (рис. 164,*1*). Начертив квадрат и наложив его диагональ на сторону, он получает прямоугольник $\sqrt{2}$; наложив на сторону этого прямоугольника его диагональ, получает прямоугольник $\sqrt{3}$ и т.д., строя ряд прямоугольников: $\sqrt{1}$, $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{4}$, $\sqrt{5}$, $\sqrt{6}$ и т.д.

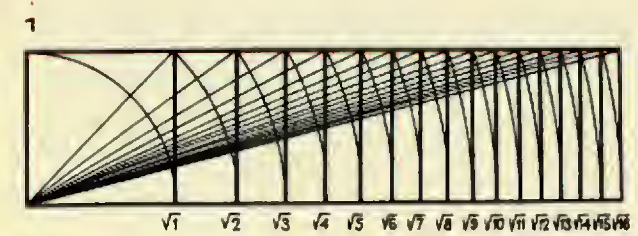
В этом ряду уже не все прямоугольники можно представить составленными только из квадратов (хотя квадрат входит в любой из них по построению), но все они обладают ценным для нас свойством, обнаруживая подобие целого и части. Любой прямоугольник ряда $\sqrt{N}$, где N — целое число, можно представить себе составленным из N прямоугольников $\sqrt{N}$, подобных целому и тождественных между собой.

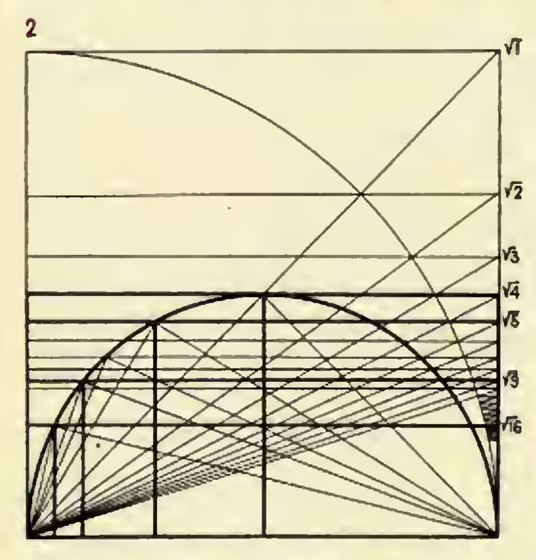
Кроме того, в этом ряду находятся прямоугольники, обладающие еще одной ценной способностью распадаться на подобные части: на две одинаковые соразмерности, ориентированные друг к другу под прямым углом, — минор и мажор, т.е. вертикальный (мажор) и горизонтальный (минор). Назовем эти пары дуплетами. Эта способность присуща всем прямоугольникам ряда N, кроме лишь трех начальных фигур: прямоугольников $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$ и исходного квадрата $\sqrt{1}$. Ибо дуплет означает деление большой стороны прямоугольника в среднепропорциональном отношении, где средним для большего и меньшего ее отрезков служит сторона 1, что возможно лишь для двойного квадрата и более контрастных, чем 1:2, соразмерностей. Предел существования дуплетов задает полуокружность: перпендикуляр, опущенный из любой точки окружности на диаметр, делит этот диаметр на две части и служит для них средним пропорциональным (рис. 165,*2*).

Какой из прямоугольников N, обладающих заложенным в них изначально свойством двойного подобия (частное, подобное целому, + дуплет), может служить основой высокоорганизованной системы взаимопроникающих подобий?

6.19. Чтобы усилить вариантность нашей искомой системы, будем ее определять не на основе одного прямоугольника, а на основе пары. Мы можем воспользоваться, конечно, лишь теми парами ряда, где возможность взаимопроникновения подобий не исключена. Следовательно, те пары, где присутствуют одновременно два радикала, нам не годятся: один из смежных прямоугольников должен иметь под радикалом квадратное число. Мы рассмотрим, следовательно, пары $\sqrt{N}$ и $\sqrt{N+1}$, в которых N–квадратное число.

Пары начала ряда (квадрат и прямоугольник $\sqrt{2}$, прямоугольник $\sqrt{3}$ и двойной квадрат) не содержат дуплетов в своих составляющих и потому теряют половину занимающих нас качеств. Остаются пары двойной квадрат и прямоугольник $\sqrt{5}$, тройной квадрат $\sqrt{9}$ и $\sqrt{8}$ или же





164. Геометрическое определение соразмерностей $\sqrt{N}$, где N – последовательность чисел натурального ряда 1, 2, 3, 4, 5, 6 и т.д.

1 – исходный квадрат преобразуется в прямоугольники, растянутые вдоль горизонтали; 2 – исходный квадрат "сжимается" в вертикальном направлении. Полуокружность, построенная на стороне исходного квадрата, определила двойной квадрат: прямоугольник, в пределе которого возможно деление на дуплет "мажор" и "минор", т.е. на два подобных прямоугольника, один из которых вертикален, а второй горизонтален. Дуплеты прямоугольников $\sqrt{4}$, $\sqrt{5}$, $\sqrt{9}$ и $\sqrt{16}$ показаны жирными линиями

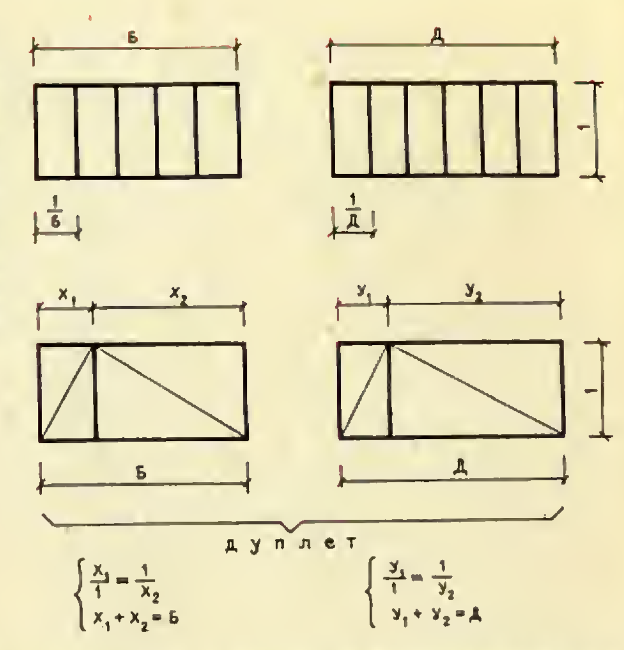
$\sqrt{10}$, учетверенный квадрат и $\sqrt{15}$ или $\sqrt{17}$ и т.д.

Однако не все они удовлетворяют требованиям, которым должна отвечать высокоорганизованная система взаимопроникающих подобий. Как только мы далеко удаляемся от начала ряда (и чем дальше, тем сильнее проявляется эта отрицательная тенденция), соразмерности, входящие в систему, распадаются на отдельные группы, близко тяготеющие друг к другу, между ними – слепые пятна, в пределах которых система не образует соразмерностей и потому не работает. Уже в прямоугольниках, сгруппированных тройным квадратом, возникает пустой интервал между 0,162 и 0,474, между 0,5 и 0,72, между 0,759 и 0,948, в то время как на отдельных участках возникают соразмерности, практически друг друга повторяющие в градациях, не несущих смысловых различий для опознания образа (0,025–0,04–0,05–0,074). Таким образом, требование полноты кода заставляет отвергнуть и все продолжение ряда начиная с тройного квадрата, как мы отбросили из-за отсутствия дуплетов начало ряда, основанное на квадрате, и прямоугольник $\sqrt{3}$.

Единственная пригодная для кодирования формы структура соразмерностей, насыщенная внутренними связями, создается двойным квадратом, который и будет нами рассмотрен в паре с прямоугольником $\sqrt{5}$.

6.20. Дуплет двойного квадрата – квадрат. Дуплет прямоугольника $\sqrt{5}$ – прямоугольники золотого сече-

165. Подобие целого и частей. Разложение прямоугольников типа $\sqrt{N}$ на прямоугольники $\sqrt{N}$ и на дуплеты. Эти два приема успешно применяются в архитектуре для построения равновесных симметричных (верхняя строка) и асимметричных (нижняя строка) композиций (см. фасад Парфенона (рис. 127) и виллу в Гарше Ле Корбюзье [28, с. 35])

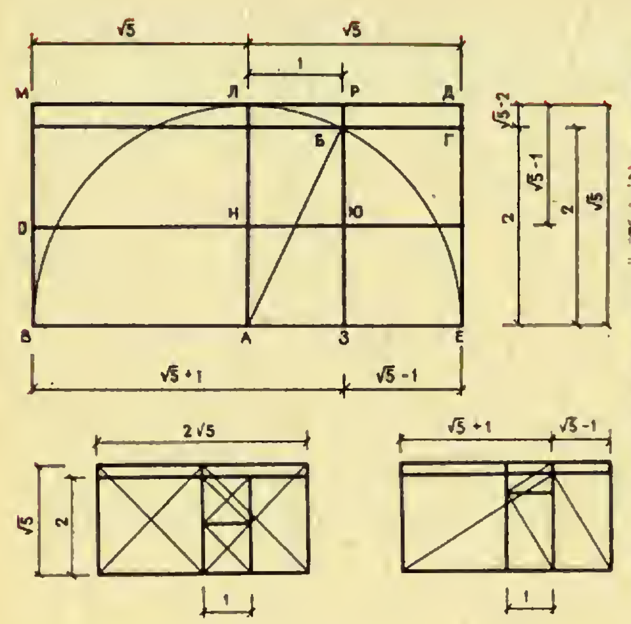


ния минор и мажор. Они и представляют собой основу системы взаимопроникающих подобий – ее элементарные соразмерности, к которым можно свести любую соразмерность системы (рис. 167).

Чтобы убедиться в этом и построить систему взаимопроникающих подобий, нужно сравнить между собой стороны и диагональ двойного квадрата геометрическим превращением составляющих ее прямоугольников $\sqrt{4}$ и $\sqrt{5}$ из минора в мажор или наоборот.

Построение выполняется следующим образом (рис. 168). Начертим квадрат АЮ. Удвоим его и получим двойной квадрат АБ. Опишем диагональю двойного квадрата АБ полуокружность из вершины прямоугольника А. Продлим стороны исходных квадрата и двойного квадрата, замкнув в двойной квадрат, заданный вращением диагонали. Двойной квадрат АБ (мажор) преобразован вращением в двойной квадрат ВД (минор). Диагональ исходного двойного квадрата стала малой стороной конечного двойного квадрата. Система взаимопроникающих подобий построена. Ее представляют показанные на рис. 167 прямоугольники от квадрата 1:1 до 1:0,053. Соразмерности заданы комбинациями отношений сторон и диагонали двойного квадрата и выражены тремя символами 1, 2 и $\sqrt{5}$. Они взаимопроникают друг в друга и могут быть представлены сложенными из квадратов и прямоугольников золотого сечения (табл. 4).

Соразмерности системы и свойство взаимопроникновения представляет рис. 168, а элементарную их структуру – рис. 169. Квадрат и золотое сечение – статическая и динамическая основа системы. И в этом их внутренняя формообразующая роль, ибо ни равенство, ни среднепропорциональное отношение не призваны служить лейтмотивом формообразования. Образные ассоциации строят другие отношения. И здесь характерно следующее наблюдение.



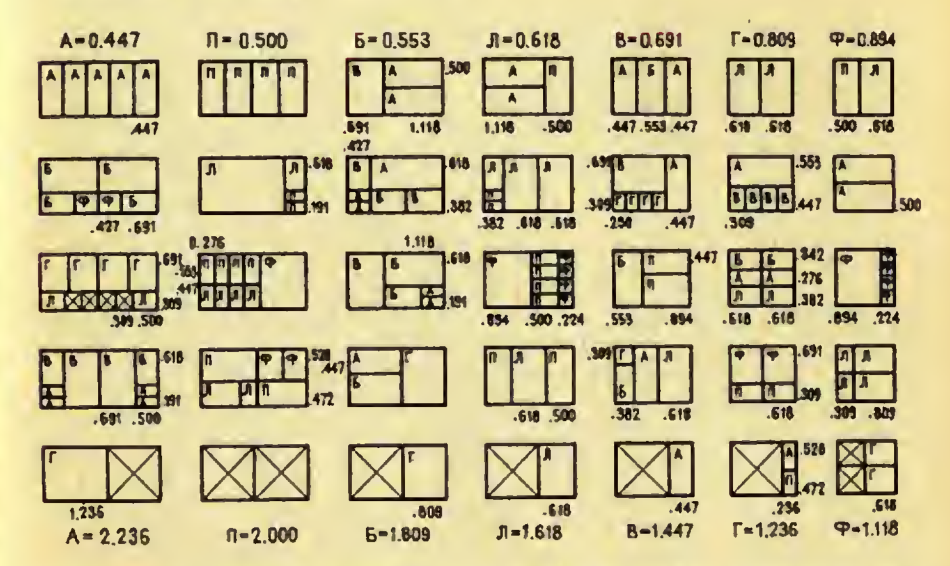
166. Система двойного квадрата задана соразмерностями, которые определены отношением сторон (1,2) и диагонали ($\sqrt{5}$) в этой фигуре. Чтобы широко осуществить сравнение этих отрезков, мы превратили поворотом диагонали АВ на угол π исходный двойной квадрат АБ в конечный ВД, мажор в минор. Проведя через точки, касательные к полуокружности построения, и точки А,Б, Н вертикали и горизонтали, мы получили соразмерности системы от квадрата 1:1 до прямоугольника $\sqrt{5}-2:$ $:2\sqrt{5}=0,053$, которые создают систему взаимопроникающих подобий

167. Дважды двойной дуплет двойного квадрата

Таблица 4. Основные соразмерности системы двойного квадрата

Соразмерность	Геометрическое значение	Числовое выражение	Положение на чертеже
Д	1:1	1,00000	НБ, НЗ, ВЛ, ЛЕ, ДЮ
Ф	$2:\sqrt{5}$	0,8944	АМ, АГ
Г	$1:(\sqrt{5}-1)$	0,809	ЮГ, ЮЕ, НР
В	$\sqrt{5}:(5+1)$	0,691	ВР
Л	$(\sqrt{5}-1):2=2:(\sqrt{5}+1)$	0,61803	БВ, БЕ
Б	$(\sqrt{5}-1):\sqrt{5}$	0,553	НД, ДЗ
П	1:2	0,500000	АБ, НВ, НМ, ВД
А	$1:\sqrt{5}$	0,4472	АР, ВГ
М	$(\sqrt{5}-1):(\sqrt{5}+1)$	0,381966	ОР
Н	$1:(\sqrt{5}+1)$	0,30902	ЮМ, ЮВ
Е	$(\sqrt{5}-2):1$	0,236068	ЛБ
Т	$(\sqrt{5}-2):(\sqrt{5}-1)$	0,190983	БД
Р	$(\sqrt{5}-2):\sqrt{5}$	0,105	ЛГ
И	$(\sqrt{5}-2):(\sqrt{5}+1)$	0,073	РМ

168. Взаимопроникновение подобий означает, что любая из соразмерностей системы может быть представлена как комбинация других ее соразмерностей. Например, соразмерность А(1: $\sqrt{5}$) есть комбинация соразмерностей Б[$\sqrt{5}$: :($\sqrt{5}-1$)] и Ф($\sqrt{5}-1$): :2, в то время как соразмерность Б есть комбинация соразмерностей А и В и т.д.

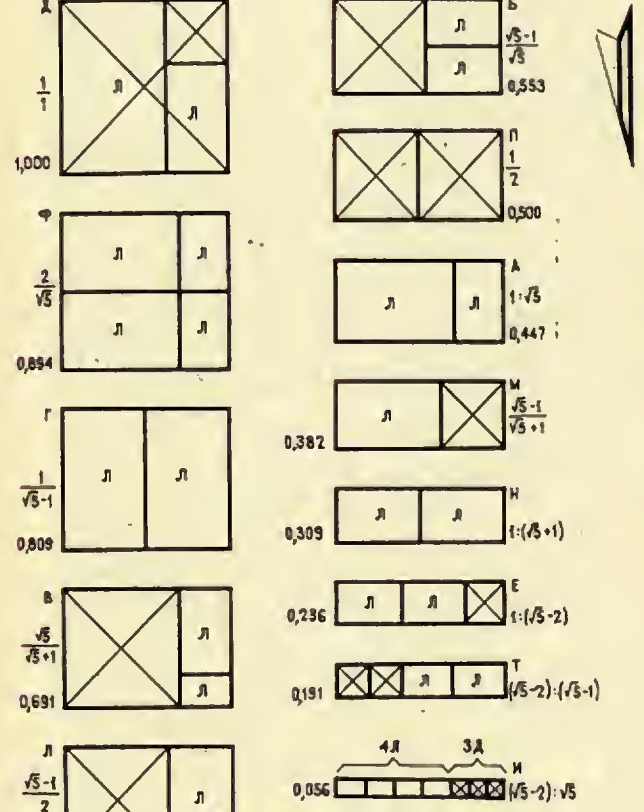


Большинство соразмерностей элементарно составлено из квадрата и прямоугольника Ф. И квадрат, и прямоугольник Ф представляют собой комбинации квадрата и прямоугольника Ф. Но некоторые из соразмерностей можно представить состоящими только из двух или четырех прямоугольников Ф. С этими однозначными соразмерностями, положенными в основу пропорционального строя, связано создание формы, наиболее совершенной по гармоническим свойствам. Причем это не золотое сечение, а различные формы его удвоения, выполненные в направлении одной либо двух его осей. Это $\frac{1}{\sqrt{5}}$, равное Ф-минор+Ф-мажор; $\frac{2}{\sqrt{5}}$ = два (Ф-минор+ +Ф-мажор), $\frac{1}{\sqrt{5}-1}$ = два Ф-минор или же два Ф-мажор и $\frac{1}{2(\sqrt{5}-1)}$ = дважды два Ф-минор или дважды два Ф-мажор.

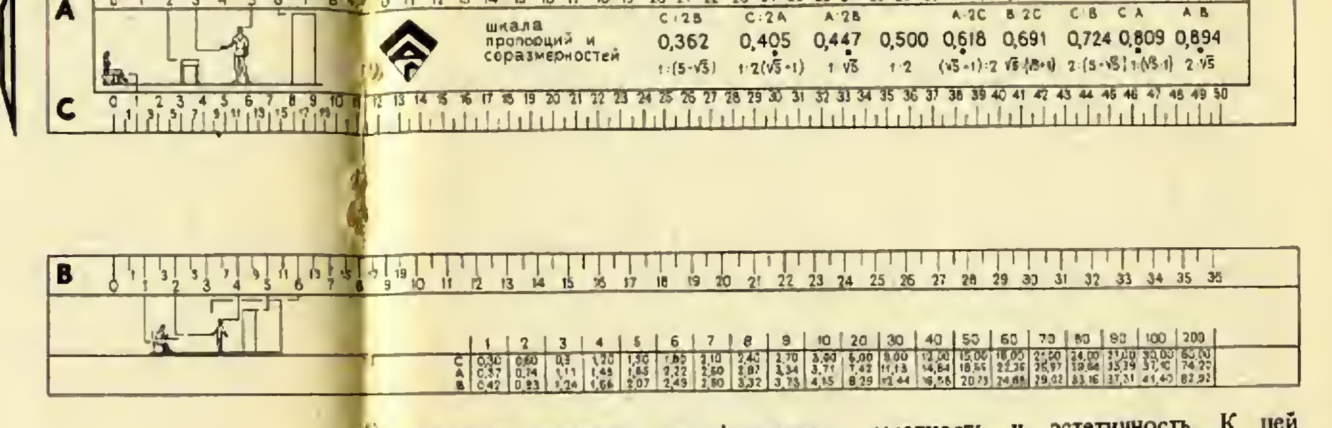
6.21. Итак, система взаимопроникающих подобий геометрически возникает из двойного квадрата; лейтмотив высокоэффективной пропорции выражен удвоением прямоугольника Ф. Ключевую роль в построении пространства симметрии подобий дала нам дихотомия угла α(см. 2.33, 2.34), а зеркальная симметрия есть дихотомия пространства, отражающая левое в правом и правое в левом.

И поскольку речь идет о геометрической системе, приспособленной для регулирования формообразования, мы называем систему взаимопроникающих подобий не пентагональной системой, как это делает Хэмбидж, и не системой золотого сечения, что весьма распространено, а системой двойного квадрата. Это название отражает генетику золотого сечения и всего комплекса соотношений, с которым мы здесь сталкивались, если оценивать систему с точки зрения геометрии. Деление круга, построение пятиконечной

169. Основу системы двойного квадрата образуют две элементарные соразмерности. Это статическая соразмерность Д-квадрат и динамическая соразмерность Ф-прямоугольник золотого сечения. Любая соразмерность системы может быть представлена как комбинация соразмерностей Д и Ф



170. ЛАГ – линейка архитектурная гармоническая позволяет подчинить построение формы любой из 10 пропорциональных закономерностей системы двойного квадрата, заменяя пропорциональные циркули. Служит одновременно масштабной линейкой, приспособленной для работы в масштабах 1:10, 1:100 – на мелких рисках шкалы и в масштабах 1:5 и 1:50 – на крупных рисках. Включает построенную по образцу Модулора Ле Корбюзье шкалу человеческой лестницы. Содержит таблицу, разрешающую переход от модулей гармонической иррациональной системы к модулям ГОСТ



звезды и любое другое действие, имеющее следствием числа золотого сечения, включает в начальное действие удвоение либо деление пополам. Аддитивный ряд золотого сечения – ряд Фибоначчи имеет истоком числа 1, 1, 2, т.е. в геометрическом представлении квадрат, квадрат и двойной квадрат.

Таким образом, система двойного квадрата (дихотомия квадрата) лежит в основе гармонического единства размерно-пространственных структур.

К аналогичным результатам приходит московский композитор М. Марутаев. В чрезвычайно глубоком и важном для нашей проблемы исследовании, опубликованном в статье М. Марутаева "О гармонии как закономерности" (см. Принцип симметрии. М., 1978, с. 363–395), убедительно показано, что фундаментальную основу гармонии природы (и в частности гармонии в музыке), представляет как раз дихотомия. Это свидетельствует об универсальности принципа пропорции и, следовательно, однозначности его числовых отображений в зрительном и слуховом восприятии.

Остается отметить, что система взаимопроникающих подобий двойного квадрата по своей природе предназначена служить основой модульной системы в строительстве, поскольку единицей формообразования в строительстве является не линия, а площадь строительного изделия, имеющая определенные соразмерности. Наша система гибка. Она определена взаимопроникновением, т.е. способностью делиться по принципу подобия на родственные соразмерности; она составляет единство целочисленных и иррациональных чисел и открывает двери гармоническим связям частей внутри целого. В ней, как показывает опыт истории, соединены вариантность, кратность и эстетичность. К ней приводит не только опыт истории, извлеченный из исследования конкретных шедевров и метрологии, но и условия зрительного восприятия, роль, которую сыграло геометрическое подобие в формировании разума, то, что образы внешнего мира кодируются зрением по признаку РПС – в числе других. И в этом "в числе других" заключено очень важное обстоятельство.

Нам приходится здесь, заканчивая исследование размерной структуры объектов искусства, признать, что мы не готовы овладеть формой только научными методами. Ибо из всех сторон, определяющих в комплексе форму объекта искусства, мы рассмотрели лишь одну – его размерно-пространственную структуру. Проблема цвета, проблема контурной линии и, что главное, проблема синтеза РПС с этими категориями, влияющими на восприятие формы, оставлены здесь в стороне.

Будет ли в науке об искусстве достигнуто равное знание разных

аспектов единой проблемы формообразования?

Если да, то с этим появится возможность синтеза отдельных научных представлений о тайной лаборатории мастерства и творческого процесса – в основанную на ясной программе математическую развертку. Если это произойдет, человек, оставив за собой навсегда цель, образ и композицию целого, всю технику расчета РПС и ОРПС сможет предоставить компьютеру. Быть может, это время недалеко.

Приложение 1

ЛАГ – ЛИНЕЙКА АРХИТЕКТУРНАЯ ГАРМОНИЧЕСКАЯ

ЛАГ – модульная масштабная линейка, предназначенная для архитектурного проектирования и черчения в масштабах 1:5, 1:10, 1:50 и 1:100, 1:500 и 1:1000. В линейке объединены:

1) стандартная метрическая шкала (С), деление которой в зависимости от выбранного масштаба представляет модуль в 30 мм, 30 см или 3 м;

2) шкала "человеческих размеров", отвечающая целям шкалы Модулора Ле Корбюзье;

3) пропорциональные связи системы двойного квадрата. ЛАГ заменяет девять пропорциональных циркулей. Координация размеров осуществляется одинаковым и удвоенным счетом на геометрически сопряженных шкалах аналогично тому, что мы наблюдали на древнерусских мерных тростях.

Принципиальное отличие ЛАГ от Модулора Ле Корбюзье.

ЛАГ имеет три шкалы (А,В,С), градуированные на равные части – модули, т.е. так, как это принято в любых мерах длины, в то время как в Модулоре деления шкалы – неравные отрезки, сопряженные отношением иррациональным (золотое сечение). Это позволяет, во-первых, пользоваться кратными целочисленными отношениями, употребляя деления любой из трех шкал, и, во-вторых, достигать пропорциональности, гармонии частей и целого, работая парными шкалами. В-третьих, структура ЛАГ содержит в себе указание на метод ее применения. Выбор одного из указанных на линейке отношений определяет нужный ассоциативный образ, а система отсчета (повторение и удвоение) определяет технический прием гармонизации. В-четвертых, присутствие модульной стандартной шкалы С позволяет проектировать на основе общепринятого стандарта – проблема, которая в Модулоре не решена. Определяя по шкале С шаг колонн и поперечных стен, т.е. модульные размеры изделий, протяженность в глубину и высоту изделия можно определять гармоническими соотношениями, используя парные шкалы. ЛАГ позволяет осуществлять весь набор приемов технической гармонизации, освещенный в главах 3, 5 и 6.

Устройство и применение

ЛАГ имеет три шкалы. Шкала С (стандартная) имеет деления, которые соответствуют модулю в 300 мм (для масштабов 1:100 и 1:50). Работа в масштабах 1:50, 1:500 и 1:5 ведется на крупных рисках шкал, а работа в масштабах 1:100, 1:1000 или 1:10 – на мелких.

Шкала С является масштабной метрической линейкой. Одновременное использование шкал С и А вводит отношения золотого сечения, "Двойное золото" и контрастную связь 0,404. Одновременное использование шкал А и В вводит отношения $\sqrt{5}$ и его удвоений. Шкалы А и С расположены на лицевой стороне линейки, шкала В – на оборотной ее стороне.

По наброску, эскизу архитектор определяет лейтмотив отношений, мелодию, наилучшим образом отвечающую требуемой контрастности и ассоциативному образу. Темы пропорциональной связи показаны на лицевом поле линейки в порядке повышения контраста. Не считая 1:1, в ЛАГ запрограммированы:

$A:B=2:\sqrt{5}=0{,}894;$
$C:A=1:(\sqrt{5}-1)=0{,}809;$
$C:B=2:(5-\sqrt{5})=0{,}724;$
$B:2C=\sqrt{5}:(1+\sqrt{5})=0{,}691;$
$A:2C=(\sqrt{5}-1):2=0{,}618,$
$B:2A=\sqrt{5}:2^2=0{,}559;$
$C:2C=1:2=0{,}500;$
$A:2B=1:\sqrt{5}=0{,}447$
$C:2A=1:2(\sqrt{5}-1)=0{,}405;$
$C:2B=1:(5-\sqrt{5})=0{,}362.$

На линейке также нанесены выраженные в целых модулях часто встречающиеся размеры "человеческой лестницы": рост рослого человека 5А, среднего 4В, высота жилого помещения 6В, высота дверных проемов 6А и 5В, низкое и высокое ограждения 2В и 3А, высота мебели: стол 2А, стул В и кресло для отдыха С.

Все размеры определяются в целых модулях одной из шкал линейки. Тем самым исключаются размеры случайные, негармонизованные.

Расположенная на оборотной стороне линейки таблица метрических значений модульных величин освобождает от необходимости промеров на чертеже: размеры проставляются по таблице. Таким образом, мелкий масштаб чертежа не влияет на точность определения размеров. Пропорциональные темы, наиболее рекомендуемые при осуществлении размерной структуры, имеющие внутренне однозначный код, акцентированы черными точками.

ЛАГ-2

Удобно иметь рулетку – ленту гармоническую мерную ЛАГ-2, воспроизводящую те же шкалы, но в натуральную величину, рабочей длиной 10 м, на которой помимо 33 делений шкалы С нанесены 27 делений шкалы А и 24 деления шкалы В. Такая лента удобна для работы в натуре и при проектировании деталей и шаблонов. Может представлять собой стальную либо матерчатую нерастягивающуюся рулетку с градуировкой трех шкал. Шкалы А и С наносятся на одной стороне рулетки, шкалы В – на оборотной.

Приложение 2

ДВА РОДА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ

Естествознание определяет жизнь как совокупность явлений роста, воспроизведения, эволюции. С точки зрения геометрии это означает, что единичная жизнь – это экспансия (захват пространства из точки начала) и что программа, которой определяется форма и которая размножается при репликациях, заключает в себе две возможности: 1) свернутая в точке начала программа A может быть развернута в конечную программу R, тождественную A ($R \equiv A$); 2) программа A может быть развернута в новое качество ($R \not\equiv A$). Следовательно, модель элементарного акта экспансии должна включать в свой механизм и возможность точного копирования и возможность изменения программы в момент ее развертки.

Уравнением, допускающим обе возможности, является рассмотренное в гл. 2 векторное уравнение $\bar{R}=\bar{A}+\bar{M}$, если рассматривать его как запись пространственной модели программы формообразования. В этом случае программа A понимается как потенция экспансии, свернутая в точку начала O_1, а программа R – как конечная программа, т.е. как потенция, являющаяся синтезом сингулярной потенции A и внешней для точки начала потенции M. Смысл этого представления поясняет аналогия между влияющей на формообразование внешней потенцией M и физическим полем.

Как известно, каждая точка физического поля определяется потенциалом энергии, присущим данной точке поля. Этот потенциал можно выразить вектором, имеющим направление и величину. Когда мы ведем разговор об экспансии пространства единичной жизнью из точки начала O_1, мы понимаем, что программа единичного бытия не может быть представлена одной сингулярной, свернутой в точку начала, потенцией: единичная жизнь никогда не возникает вне явления жизни, в абстрактном "нигде" – она принадлежит "полю жизни". Следовательно, коль скоро точка O_1 (точка начала сингулярного бытия) принадлежит полю жизни, представленному в этой точке определенным потенциалом – направленным вектором M, имеющим определенную величину, – мы обязаны приложить к точке O_1 не только векторы $\bar{A}$, равные между собой и направленные во все стороны (пространство экспансии изоморфно), но и вектор M, имеющий строго фиксированное направление и величину.

Образ такого векторного пространства экспансии помогает представить цветок одуванчика. Здесь цветоложе играет роль точки начала O_1; пушистый шарик цветка (он сложен из отдельных радиальных направленных плодов) представляет сингулярную программу экспансии A: каждый плод-радиус есть вектор $\bar{A}$; вертикальный стебель, который держит цветок одуванчика, заканчиваясь цветоложем, представляет вектор внешнего поля M, приложенный к точке начала извне. Рассмотрим эту модель.

Мы обязаны признать, что хотя потен-

ция A и направлена во все стороны пространства, а потенция M – только в одном направлении, потенция M тем не менее неизбежно взаимодействует со всей потенцией A, свернутой в точке начала O_1, а не с одной какой-нибудь ее частью, каким-то одним из векторов $\bar{A}$. Следовательно, как потенция A представлена множеством векторов-радиусов, так и потенция M составлена из множества составляющих: каждому вектору $\bar{A}_K$ отвечает парный ему вектор $\bar{M}_K$. При этом распределение потенции $\bar{M}$ можно представить себе либо как деление ее на равные части, либо поставить в зависимость от того, под каким углом взаимодействуют в каждой паре векторы $\bar{A}_K$ и $\bar{M}_K$. Рассмотрим эти два случая.

Случай 1. Потенция M делится на равные части. Если для всех направлений экспансии векторы M_K равны между собой, уравнение экспансии, описывающее все ее направления, имеет вид $\bar{R}_K = \bar{A}_{const} + \bar{M}_{const}$. Мы приходим к общеизвестному случаю векторного сложения в механике: пространство, описываемое вектором R, дублирует пространство, описанное вектором $\bar{A}$. Правда, оно смещено относительно точки начала в направлении действия вектора $\bar{M}$, и его внутренняя структура неоднородна: векторы $\bar{R}$ не равны друг другу (см. Ин 2, рис. 25). Очевидно, что полученная картина не отвечает необходимым требованиям: а) форма живого объекта не может быть идеально симметричной – жизнь чужда абсолютной симметрии; причинность (коль скоро присутствие потенции M обязательно) предполагает превращение идеально симметричной формы в новое качество; б) модель формообразования должна, как уже говорилось, предусматривать не только сохранение $(R = A)$, но и изменение $(R \neq A)$.

На первый взгляд, удовлетворить всем этим требованиям невозможно. Трудно представить себе, что R – программа одновременно повторит A-программу, т.е. воспроизведет сферу и при этом построит не идеально симметричную форму! Между тем в биноме экспансии $(\bar{A} + \bar{M})$ можно обнаружить парадоксальный механизм, исключающий возможность появления математически точных сферических форм и вместе с тем обуславливающий возможность выбора между копированием сингулярной программы $(R = A)$ и ее трансформацией $(R \neq A)$. Чтобы увидеть, как это происходит, нужно рассмотреть случай 2.

Случай 2. Потенция M различна в различных направлениях. Поскольку общая величина потенции M – определенная величина, а составляющие целое части не равны друг другу (величина их изменяется с изменением направления экспансии), потенция M в точке O_1 (целое) $\Sigma|\bar{M}| = |M_1| + |M_2| + \ldots + |M_K|$, где $M_1 = f(\alpha_1)$, $M_2 = f(\alpha_2)$, $\ldots$, $M_K = f(\alpha_K)$, а $\Sigma|M| = const$, так же как и в любой точке физического поля.

Каково бы ни было значение $\Sigma M = const$, потенция M распределена на неравные части: в уравнении, справедливом для любых направлений экспансии, вектор $|\bar{M}|$ – величина переменная, $\bar{R} = \bar{A}_{const} + \bar{M}_{перем}$.

Чтобы бином экспансии мог описывать формы, характерные жизни, нужно предположить, что при сложении потенций A и M, как это подсказывает нам живая природа, возможен случай, когда доминирует внешнее – потенция M, и возможен случай, когда доминирует сингулярное начало – потенция A. Каким образом?

Поскольку все векторы $\bar{M}$ лежат на одной прямой, а направления вектора $\bar{A}$ меняются в пределе $0 \leq \alpha \leq 2\pi$, вектор $\bar{A}$ совпадает с вектором $\bar{M}$ при $\alpha = 0$ и будет ему противоположно направлен при $\alpha = 2\pi$. Результатирующая $\bar{R}$ получает при этом экстремальные (max и min) значения. Значения вектора $\bar{M}$ в этих случаях так же экстремальны, ибо $|R| = f(M)$: формообразование определяется только характером изменения переменной величины. А так как $|M| \neq 0$ (существование потенции M есть необходимое условие существования потенции A), $|M|_{min}$ – присутствует в уравнении любого направления экспансии.

Выделим переменную часть вектора $\bar{M}$, – вектор $\bar{M}_C$, представляющий для каждого направления экспансии особую величину, и назовем его свободной переменной $\bar{M}_C = \bar{M} - \bar{M}_{min}$. Уравнение экспансии $\bar{R} = \bar{M} + \bar{A}$ можно теперь записать в виде уравнения

$$\bar{R} = \bar{M}_{const} + \bar{M}_C + \bar{A}_{const},$$

в котором $M_{перемен}$ представлена как $M_{const} + M_C$. Двучлен $M + A$ превратился в трехчлен. Полученное уравнение вполне удовлетворяет всем условиям, которые были ранее предъявлены к уравнению описывающему живые формы. Теперь формообразование становится гибким, обладающим возможностями преобразований и выбора. Программа R, диктующая форму, зависит теперь от того, как проявит себя в отношении потенции M точка начала O_1.

Жизнь состоит в воспроизведении жизни. Для воспроизведения единичной жизни характерно, что в момент оплодотворения точка начала (женская половая клетка) может поглотить, ассимилировать, сделать собою внешнюю потенцию, превратив ее в собственную потенцию роста, разверты-

вающуюся из точки начала. В нашей модели то, какой характер примет формообразование, определяется тем, ассимилирует ли потенция A, свернутая в точке начала, свободную переменную часть внешней потенции – потенцию M_C, сделав ее частью себя. Иначе говоря, включается ли вектор $\bar{M}_C$ в вектор $\bar{A}$ $(\bar{A}_{const} + \bar{M}_C = \bar{A}_{перемен})$?

Если да, то вектор $\bar{M}_C$ приложен уже не вдоль вертикали, а в радиальных направлениях. Значит, в синтезе потенций A и M доминирующим фактором, определяющим форму, окажется сингулярная потенция A. Вектор $\bar{M}$, утратив свою переменную часть, становится пассивным началом – вектором $\bar{M}_{const}$. Возникают формы центричного пространства экспансии, показанные на рис. 52 и рис. 26, *2*, *3* (Ин. 3, 7, 8, 9, 10, 11).

Если же точка начала O_1 не ассимилирует потенцию M_C и вектор $\bar{M}_C$ сохранит свою принадлежность вектору $\bar{M}_{const}$, направленному вдоль вертикали, доминирует потенция M ($|M|$ – переменная). Потенция M играет роль формообразующего фактора. Возникают совершенно иные формы, подробное исследование которых в гл. 2 не смогло быть включено, а только представлено на рис. 26, *1* индикатрисами Ин 3, 4 и 5.

Превращение двучлена $\bar{M} + \bar{A}$ в трехчлен $\bar{M}_{const} + \bar{M}_C + \bar{A}_{const}$ есть превращение уравнения механики в живое уравнение, отображающее присущую природе возможность регулировать программу, выбирая между доминантой внешнего поля (мужские формы) и доминантой сингулярной потенции (женские формы), и, одновременно, выбирая между сохранением и изменением.

Когда доминирует потенция M, уравнение имеет вид $\bar{R} = \bar{M}_{пер} + \bar{A}_{const}$. Вследствие равенства векторов $\bar{A}$ развертка программы A представлена сферой, но конечная программа R не сферична, это пространство нарушенной симметрии $(R \neq A)$. (см. Ин 5).

Когда доминирует потенция A, векторы $\bar{A}$ и $\bar{M}$ в уравнении меняются ролями. Переменной становится A и уравнение принимает вид $\bar{R} = \bar{A}_{перем} + \bar{M}_{const}$. При этом вследствие превращения переменного вектора $\bar{M}_C$ в часть вектора $\bar{A}_{перемен}$, программа A развертывается уже не сферично, а как программа пространства нарушенной симметрии. Вектор M_{const} не влияет на процесс формообразования, и потому конечная программа R повторяет развертку сингулярной программы A, хотя и смещенно в отношении точки начала $(R \neq A)$.

Так оказались выполнены все требования элементарного формообразования живых сингулярностей: исключена симметрия сферы, предусмотрена возможность дублирования развернутого образа A образом R и предусмотрена возможность его преобразования в измененный образ.

Формы, которые развернуты уравнением M-доминанты, в принципе отличны от форм, развернутых уравнением A-доминанты. Но оба эти уравнения, $\bar{R} = \bar{A}_{const} + M_{перем}$ и $\bar{R} = \bar{M}_{const} + A_{перем.}$, можно записать в общей форме универсального уравнения экспансии: $\bar{R} = \bar{N} + 1$, где $\bar{N}$ – переменная (либо $\bar{A}$, либо $\bar{M}$), а 1 – неизменяемый модуль (M либо A), который удобно принять за линейную меру пространства экспансии. Решить это уравнение – значит определить, как связаны между собой переменные векторы $\bar{R}$ и $\bar{N}$.

Поскольку форма зависит только от характера изменения N, что ясно следует из графических построений, формообразующим фактором уравнения является только переменная N, и это справедливо для обоих родов формообразования. Конечная программа элементарного объекта R диктуется законом изменения переменного вектора N. Следовательно, исключить произвол и строго следовать принципу причинности позволяет такая зависимость R от N, которую задает само число N. Закон, по которому изменяется N, задается с помощью указания операций (алгоритма, функции), применяемых к самому числу N. Достаточно простым и тем самым достаточно естественным будет предположение о степенном характере R в зависимости от N, т.е. о $|R| = |M|^n$, где n может быть положительным или отрицательным, большим или меньшим 1 по абсолютной величине. Тем самым универсальное уравнение экспансии получает вид уравнения $N^n = N + 1$.

Симметрия явлений природы, ее структурный дуализм служат достаточным основанием для того, чтобы коэффициенту пропорциональности n придать как положительные, так и отрицательные значения, тем самым предусмотреть возможность прямой и обратно пропорциональной зависимости между причиной (потенцией N) и следствием (результирующей потенцией R). Так возникают два рода элементарных форм: M – пространство (доминирует внешняя потенция M) и S-пространство (доминирует сингулярная потенция A). Формы, полученные прямо пропорциональной связью (положительные значения N), назовем плюс-пространством; формы, полученные обратно пропорциональной связью – минус-пространством.

Подробное исследование метаморфоз, происходящих с $M_{(+)}$, $M_{(-)}$, $S_{(+)}$, $S_{(-)}$ пространством при изменении коэффициента

" n ", представляющее, на мой взгляд, исключительный интерес, не вошло в данную книгу (геометрическая схема метаморфоз $S_{(\pm)}$ пространства представлена на рис. 26). Коротко скажем о главных его результатах.

Замечательным свойством векторного уравнения $N^n = N + 1$ является то, что оно описывает замкнутые пространства, т.е. именно тот класс пространств, которым является всякое сингулярное бытие, всякий единичный объект природы. При изменении коэффициента пропорциональности " n " в пределах $0 \leqslant n \leqslant 1$ и $1 \leqslant n \leqslant \infty$ очертания замкнутого пространства непрерывно меняются, но замкнутость сохраняется. В предельных случаях, при $n = 0$ и $n = \infty$, а так же при $n = 1$ плавный ход метаморфоз нарушается: пространство разомкнуто, его уже нельзя отожествить с сингулярными объектами бытия. Уравнение описывает замкнутые линии нулевого сечения или поверхность нулевой толщины, простертую в бесконечность.

Характерно, что в случае $n = 1$ шкала элементарных форм разделена на две равные ветви пополам (первая дихотомия). Это очевидно, ибо: 1) для $S_{(\pm)}$ пространства каждому значению " n " верхней ветви ($n = a$) отвечает обратное ему значение " n " нижней ветви ($n = \frac{1}{a}$): При этом каждой форме, образованной коэффициентом $n = a$ отвечает форма, образованная коэффициентом $n = \frac{1}{a}$, являющаяся ее зеркальным отображением относительно горизонтальной плоскости, смещенной на $\frac{1}{2}$ относительно точки начала в направлении действия вектора M;

2) для M, S плюс-пространства при $n = 1$ форма разомкнута. В случае $M_{(+)}$ пространства в ходе метаморфоз верхней ветви ($0 \leqslant n \leqslant 1$) форма трансформируется от сферообразной к яйцеобразным и веретенообразным, все более вытягиваясь вдоль линии действия вектора M по мере его увеличения. В ходе метаморфоз нижней ветви ($1 \leqslant n \leqslant \infty$) они вновь стягиваются к сфере, проходя аналогичные, но не тождественные состояния (кривые верхней ветви не гомотетичны кривым нижней ветви). При этом горизонтальная плоскость симметрии элементарных форм отсутствует. Яйцеобразные формы представлены то утяжеленными книзу и заостренными вверх, то наоборот. Смена этих двух тенденций происходит при $n = 2^{-1}$ – в фазе второй дихотомии, когда возникает симметричное относительно горизонтальной плоскости, проходящей через геометрический центр формы, "протояйцо", с вертикальным диаметром $5^{\frac{1}{2}}$ и горизонтальным диаметром $3^{\frac{1}{2}}$. (Форма тождественна протояйцу $S_{(-)}$ пространства при $n = 1$.)

В случае $M_{(-)}$ пространства – метаморфозы в пределе $0 \leqslant n \leqslant \infty$ – форма трансформируется от сложенной вдвое оболочки-полусферы нулевого сечения ($n = 0$) к сферическому пространству, возникающему при $n = \infty$, но схлопывающемуся в два кольца нулевого сечения в момент возникновения (диаметры колец $3^{\frac{1}{2}}$ и ∞).

В ходе метаморфоз, которые происходят с обнимающей пространство экспансии оболочкой, она обнаруживает две тенденции. Вначале ее поверхность сжимается, достигает минимальной величины и затем вновь растягивается. Смена этих двух противоположных тенденций происходит при $n = -(2^{-1})$ – в фазе второй дихотомии.

Таким образом, в фазе второй дихотомии, которую определяет квадратичная прямая и обратно пропорциональная зависимость причин и следствий, т.е. при $n = \pm(2^{\pm 1})$, наступает равновесность, противоположно направленные тенденции признаков формы нейтрализуют друг друга. И именно уравнением фазы второй дихотомии $N^{\pm(2^{\pm 1})} = N + 1$ описаны все рассмотренные нами в гл. 2 формы живой природы. Именно квадратичными законами описываются фундаментальные законы гармонии природы, ответственные за ее стабильность.

Остается сказать несколько слов о числовой структуре пространства второй дихотомии.

1) $M_{(+)}$, $S_{(+)}$ пространство, как, впрочем и $S_{(-)}$ пространство первой дихотомии ($n = 1$), описываются в ортогональных направлениях числом золотого сечения A_0^n, где n – целые числа ($A_0 = 1{,}618034^{1/2}$).

2) $M_{(-)}$, $S_{(-)}$ пространство второй дихотомии описывается в ортогональных направлениях числами $0{,}7548777^n$ . . . и $1{,}4655712^n$, где n – целые числа. Как показывает математическое исследование, два эти числа в описании минус-пространства составляют аналог числу золотого сечения плюс-пространства, обладая многими аналогичными свойствами. Мы назвали их числами антизолота.

3) Параметры элементарных форм пространства второй дихотомии совпадают с параметрами многих физических констант, определяющих элементарные физические величины:

а) отношение геометрических параметров $M_{(+)}$ пространства фазы $n = 2$ совпадает с числами спина электрона и бариона ($\frac{2}{3}$); б) действие потенции M сдвигает геометрические центры замкнутых пространств экспансии в отношении точки начала. в) обратное число произведения максимальной величины экспансии $M_{-\frac{1}{2}}$ на смещение S_{+2} совпадает с числом магнитного момента нейтрона $\frac{1}{1{,}4655712 \cdot 0{,}3568116} = 1{,}9123$; г) отношение вертикальных диаметров $S_{(+)}$ и $S_{(-)}$ пространства в фазе $n = 2$ совпадает с массой покоя протона ($\frac{2.236068}{2.220449} = 1.007$).

Таковы некоторые, наиболее простые и представимые без чертежа связи элементарных форм пространства экспансии второй дихотомии с физическими постоянными.

Рисунки и фотографии автора.

Заимствованы: рис. 1, 6–14 – Курьер ЮНЕСКО, август–сентябрь 1972.; рис. 15 – М. Дэвлет. Петроглифы Мугур-Саргола. М., 1980; рис. 16–20 – Анри Лот. В поисках фресок Тассили-Аджера. Л., 1973; рис. 58, 1–Г. Вейль. Симметрия. М.,1968; рис. 137 Quibel. The tomb of Hesy. Cairo, 1913; рис.139 – L.Borchardt. Länden und Richtunden der grundkanten der Großen Pyramide bu Gize. Berlin, 1926; рис. 121, 122 – Edward Hattvig. Akropol. Warshzawa, 1964; рис.149 – Гиппенрейтер. Новгород. М., 1976.

Фотографии для схем на рис. 56 и 57 выполнены автором в Рижском музее природы; рис. 66–92 – в ЗИН АН СССР, Ленинград; рис. 101–120 – в Зоологическом музее МГУ. Фотографии для схем на рис. 93–100 заимствованы из книги Ф. Вайденрейха "Раса и строение тела". М.–Л., 1929.

Автор выражает глубокую признательность сотрудникам лабораторий и музеев, оказавшим ему содействие в работе с коллекциями. Автор выражает свою благодарность специалистам, взявшим на себя в разное время труд просмотреть соответствующие разделы рукописи и высказать свои суждения и пожелания: В. Глазычеву, С. Карпову, П. Максимову, И. Яглому и архитекторам-реставраторам Н. Холостенко и Г. Штендеру, оказавшим помощь в ознакомлении с материалами обмеров и конструктивными особенностями древних построек Киевской и Новгородской Руси.

Список литературы

1. Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., тт.20, 23. М., 1960.
2. Ленин В.И. Полн. собр. соч., тт.18, 26, 29. М., 1966.
3. Анохин П.К. Теория отражения и современная наука о мозге. М., 1970.
4. Афанасьев К.Н. Построение архитектурной формы древнерусскими зодчими. М., 1961.
5. Бензе М. Введение в информационную эстетику. Семиотика и искусствометрия. М., 1972.
6. Брунов Н.И. Пропорции античной и средневековой архитектуры. М., 1935.
7. Брунов Н.И. Очерки по истории архитектуры, т.2. М., 1935.
8. Брунов Н.И. Памятники Афинского акрополя. Парфенон и Эрехтейон. М., 1973.
9. Вайденрейх В. Раса и строение тела. М.–Л., 1929.
10. Вейль Г. Симметрия. М., 1968.
11. Вилли К., Детье В. Биология. М., 1975.
12. Виоле ле Дюк. Беседы об архитектуре, т.1. М., 1937.
13. Витрувий. Десять книг об архитектуре. М., 1936.
14. Владимиров Н.Н. Пропорции в египетской архитектуре. – В кн.: Всеобщая история архитектуры, т.1, М., 1944
15. Воронов П. Устькулуйский погост. Записи Императорского археологич. общества, УШ. Спб., 1856.
16. Всеобщая история архитектуры, тт. 3, 4. М., 1966.
17. Вулдридж Д. Механизмы мозга. М., 1965.
18. Выгодский М.Я. Арифметика и алгебра в древнем мире. М., 1967.
19. Геродот. История в девяти книгах. Спб., 1885.
20. Гика М. Эстетика пропорций в природе и искусстве. М., 1936.
21. Глезер В.Д. Механизмы опознания зрительных образов. М.–Л., 1966.
22. Грабарь И.Э. История русского искусства, т.3. М., 1912.
23. Грегори Р.Л. Глаз и мозг. М., 1970.
24. История русского искусства. Т.1, М., 1953; т.3, М., 1955.

25. Иванов В. Кострома. М., 1978.
26. Канорски Ю. Интегративная деятельность мозга. М., 1970.
27. Коксетер Г.С.М. Введение в геометрию. М., 1966.
28. Кольман Э. История математики в древности. М., 1961.
29. Ле Корбюзье. Модулор. М., 1976.
30. Маковельский А. Досократики, ч.1. Казань, 1914.
31. Максимов П.Н. Опыт исследования пропорций в древнерусской архитектуре. – Архитектура СССР, 1940, № 1.
32. Мессель Э. Пропорции в античности и в средние века. М., 1936.
33. Михайлов Б.П. Витрувий и Эллада. М., 1967.
34. Нейгебауэр О. Точные науки в древности. М., 1968.
35. Паралипоменон-2, Ездры, Иезикиль. Библия. М., 1976.
36. Патерик Киево-Печерского монастыря, Спб., 1911.
37. Пидоу Д. Геометрия и искусство М., 1979.
38. Платон. Сочинения, т.3, ч.1. М., 1971.
39. Покрышкин П.П. Отчет о капитальном ремонте Спасо-Нередицкой церкви. Спб.,1906.
40. Происхождение человека. – Курьер ЮНЕСКО, август–сентябрь 1972.
41. Радхакришнан С. Индийская философия, т.1. М., 1956.
42. Рыбаков Б.А. Русские системы мер длины XI–XУ вв. – Советская этнография, 1949, № 1.
43. Рыбаков Б.А. Архитектурная математика древнерусских зодчих. – Советская археология, 1957, № 1.
44. Рыбаков Б.А. Мерило новгородского зодчего. – В кн.: Памятники культуры. Новые открытия. М., 1975.
45. Тихонравов Н. Повесть о Китоврасе из полууставной палеи 1477 г. – В кн.: Памятники отечественной русской литературы, т.1. Спб., 1863.
46. Тиц А.А. Загадки древнерусского чертежа. М., 1978.
47. Урманцев Ю. Симметрия природы и природа симметрии. М., 1974.
48. Хэмбидж Д. Динамическая симметрия в архитектуре. М., 1936.
49. Холостенко Н. Архитектурно-археологическое исследование Успенского собора Елецкого монастыря в Чернигове. – В кн.: Памятники культуры, № 3. М., 1961.
50. Цейзинг А. Золотое деление как основной морфологический закон в природе и искусстве. М., 1876.
51. Цирес А. Искусство архитектуры. М., 1946.
52. Шевелев И.Ш. Геометрическая гармония. Кострома, 1963.
53. Шевелев И.Ш. Геометрическая гармония в архитектуре. – Архитектура СССР, 1965, № 3.
54. Шевелев И.Ш. Строительная метрология и построение формы храмов древнего Новгорода XII века. – Советская археология, 1968, № 1.
55. Шевелев И.Ш. Пропорция и композиция Успенской Елецкой церкви в Чернигове. – В кн.: Архитектурное наследство, № 19, М., 1972.
56. Шевелев И.Ш. Логика архитектурной гармонии. М., 1973.
57. Шмелев И.П. Канон. Ритм, пропорция, гармония. – Архитектура СССР, 1979, № 2.
58. Штендер Г.М. Восстановление Нередицы. – В кн.: Новгородский исторический сборник. Новгород, 1962.
59. Шубников А.В., Копцик В.А. Симметрия в науке и искусстве. М., 1972.
60. Эйнштейн А., Инфельд Л. Эволюция физики. М., 1965.
61. Balanoc N. Les Monuments de l'Acropol, Relevement et conservation. Paris, 1936.
62. Borchardt L. Längen und Richtungen der vier Jrundkanten der Jroβen Piramide bei Gize. Berlin, 1926.
63. Borchardt L. Gegen die Lahlenmystiken der Jroβ en Piramide bei Gize. Berlin, 1922.
64. Heisenberg A. Grabes kirche und Apostel –kirche. Leipzig, 1908.
65. Herodotis Halicarnassei. Historiarum libri. IX, Lipsiae, 1828.
66. Lauer J.Ph. Observations sur les Puramides. Caire, 1960.
67. Lauer J. Ph. Les problemes des Pyramides d'Egypte. Paris, 1948 Пер.: Лауэр Ш.Ф. Загадки египетских пирамид. М., 1966.
68. Petrie F.W. Pyramides and temples of Gizeh. London, 1882.
69. Stevens G.Ph. The Erechteum. Cambridge, 1927.
70. Thiesch A. Proportionen inder Architekture. Handbuches der Architektur. 4 teie. I Habband. Leipzig, 1904.